TIEMPO Y CLIMA

Sebastian Vieira

nuestra tierra 8

nuestra tierra 8

EDITORES:
DANIEL ALJANATI
MARIO BENEDETTO
HORACIO DE MARSILIO

ASESOR GENERAL:
Dr. RODOLFO V. TÁLICE

ASESOR EN CIENCIAS ANTROPOLÓGICAS:
Prof. DANIEL VIDART

ASESOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS:
Dr. RODOLFO V. TÁLICE

ASESOR EN CIENCIAS ECONÓMICAS:
Dr. JOSÉ CLAUDIO WILLIMAN h.

ASESOR EN CIENCIAS GEOGRÁFICAS:
Prof. GERMÁN WETTSTEIN

ASESOR EN CIENCIAS SOCIALES Y POLÍTICAS:
Prof. MARIO SAMBARINO

SECRETARIO DE REDACCIÓN:
JULIO ROSSIELLO

SECRETARIO GRÁFICO:
HORACIO AÑÓN

DEPARTAMENTO DE FOTOGRAFÍA:
AMÍLCAR M. PERSICHETTI

Distribuidor general: ALBE Soc. Com., Cerrito 566, esc. 2, tel. 8 56 92, Montevideo. **Distribuidor para el interior, quioscos y venta callejera:** Distribuidora Uruguaya de Diarios y Revistas, Ciudadela 1424, tel. 8 51 55, Montevideo.

La mayor parte de las fotografías que ilustran este volumen fueron obtenidas por Eduardo Carmona, ex-funcionario de la Dirección General de Meteorología, hoy fallecido.

TIEMPO Y CLIMA

Sebastian Vieira



SEBASTIÁN VIEIRA, oriundo de Cerro Largo, es Sub-Director del Aeropuerto Nacional de Carrasco y profesor de Ciencias Geográficas en Enseñanza Secundaria. En 1926 egresó de la Escuela Naval como Piloto Mercante y fue oficial de Marina Mercante hasta 1933. Tuvo a su cargo la Sección Aerología y Hora Oficial en el Servicio Meteorológico del Uruguay. Dirigió en 1943 el Curso de Sondeos con globos pilotos en el Instituto Interamericano de Meteorología (Medellín, Colombia). Profesor de Meteorología en la Escuela Militar de Aeronáutica en 1944 y profesor en un cursillo sobre Clima en el Instituto de Urbanismo de la Facultad de Arquitectura (cursos para post-graduados), en 1952.

CONCEPTO Y CLASIFICACION DE CLIMAS

"Lo mismo que un Dios en su cielo un poder más potente que cualquier otro "preside el destino de la tierra y del hombre, engendra fuerzas que moldean y deter- "minan la cantidad, calidad y fertilidad de los suelos. Ordena la vida de las plantas "y animales. Contralorea las migraciones, la salud y la energía, los trabajos y los juegos, "hasta los alimentos y las ropas de los seres humanos. De los Polos al Ecuador, de las "montañas al mar, inanimados y animados deben inclinarse ante los decretos de este "Dios cuyo nombre es clima". (Del libro *Autobiografía de la tierra*, de John H. Bradley).

DEFINICION

La definición de clima ha sido motivo de variadas y discutidas propuestas, pero las más modernas concepciones se inclinan a considerarlo como la integración de los diferentes ESTADOS ATMOSFÉRICOS que se producen en una zona durante un período de tiempo, lo suficientemente largo como para que abarque los ciclos en que se producen variaciones de orden general.

Si por ESTADOS ATMOSFÉRICOS entendemos las diferentes combinaciones que se producen en los estados físicos del aire, llegamos a una definición, si bien no muy precisa, que postula que el clima es la integración de las diferentes combinaciones de los fenómenos físicos que se producen en la atmósfera, en una determinada zona.

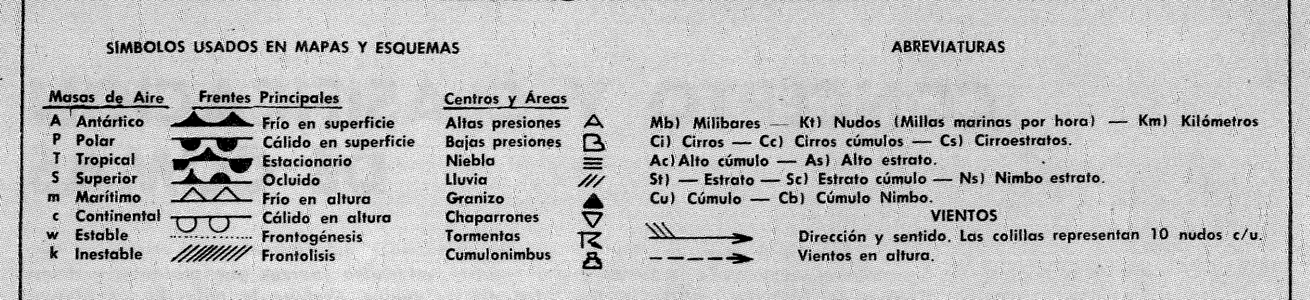
A los efectos expositivos es conveniente deslindar claramente cuáles son los elementos físicos que conforman el clima y cuáles son aquellos que lo determinan. Llamaremos a los primeros CONFORMANTES DEL CLIMA y a los segundos DETERMINANTES DEL CLIMA.

Los elementos conformantes son: la temperatura, la humedad, la presión, los vientos, los hidrometeoros, la nubosidad, la evaporación, la insolación, la electricidad atmosférica, etc.

Los determinantes, por su parte, son: la latitud, la altitud, el relieve, la posición con respecto a océanos y mares, las corrientes marinas y la circulación general de la atmósfera que, combinada con los anteriores elementos, hacen los climas.

CLASIFICACION DE LOS CLIMAS

Existen también muy variados criterios de clasificación de los climas. Los más difundidos son aquellos que se fundamentan tanto en función de



la latitud —criterio que determina los climas ecuatorial, tropical, sub-tropical, de latitudes intermedias, sub-polares y polares—, como en el rasgo que más resalta en ese clima y que en algunos casos puede ser un determinante y en otros un elemento conformante; aquí nos encontramos con la introducción de un nuevo factor, que es la frecuencia y la duración de determinados estados atmosféricos.

Tomemos a título de ejemplo algunas de las más aceptadas clasificaciones de climas, que son las de Köppen, Thornthwaite y Blair y veremos, aunque sea en un ligero análisis, los fundamentos de estas clasificaciones.

KÖPPEN hace, en principio, cinco grandes divisiones zonales, tomando los rasgos más importantes de las zonas que las determinan. Los climas resultantes quedan así distribuidos: A) Climas tropicales lluviosos; B) Climas secos; C) Climas húmedos mesotermales; D) Climas húmedos microtermales; E) Climas polares.

Sobre esta base, y considerando otros factores tales como la vegetación o zona natural, períodos de lluvias, duración del período seco, etc., surgen doce sub-tipos de clima con sus variedades:

A) Tropicales lluviosos: tropicales lluviosos selváticos - tropical lluvioso selvático, bajo influencia monzónica - tropical de sabana.
B) Climas secos: clima árido desértico - semiárido de estepa.
C) Húmedos mesotermales: cálido con invierno seco - cálido con verano seco (mediterráneo) - húmedo templado sin estación seca.
D) Húmedo microtermal: frío con invierno húmedo - frío con invierno seco (monzónico).
E) Climas polares: clima de tundra - clima de perpetua helada.

En esta clasificación al clima de nuestro país le corresponde el *clima templado húmedo,* con que distingue Köppen a los climas en que no existe una estación seca como rasgo principal (en cambio hace valer la sequedad del verano para conformar el clima mediterráneo).

THORNTHWAITE fundamenta su clasificación en tres condiciones principales, tales como la efectividad de las precipitaciones, es decir su relación entre la lluvia caída y la evaporación; la eficiencia con respecto a la temperatura y la distribución de las lluvias por estación. En esta forma, asignando cinco tipos de lluvias y vegetación, seis tipos de eficiencia de temperatura y cuatro tipos de diferentes distribuciones estacionales de lluvias, efectúa distintas combinaciones, de las que resultan 32 tipos de climas principales.

BLAIR hace una clasificación simplificada de los climas en base a zonas definidas por su latitud, tales como tropical, subtropical, de latitudes intermedias, subpolar y polar. Sobre esta base y la del estudio de los valores cuantitativos y cualitativos de lluvias, temperaturas, evaporaciones, amplitudes diurnas y anuales, distribución estacional y causas que las originan, establece 24 tipos y sub tipos de climas con notable acierto:

CLIMAS TROPICALES LLUVIOSOS: ecuatorial - de vientos alisios - de vientos monzones.

CLIMA DE SABANA TROPICAL.

CLIMA TROPICAL DE ALTAS TIERRAS.

CLIMAS SUBTROPICALES: estepas de baja latitud - desiertos de baja latitud - subtropical húmedo - subtropical seco (mediterráneo).

CLIMAS DE LATITUDES INTERMEDIAS: estepas - desiertos.

MARÍTIMOS HÚMEDOS (de las costas oeste).

CONTINENTALES HÚMEDOS: cálidos (veranos largos) - fríos (veranos cortos) - modificado.

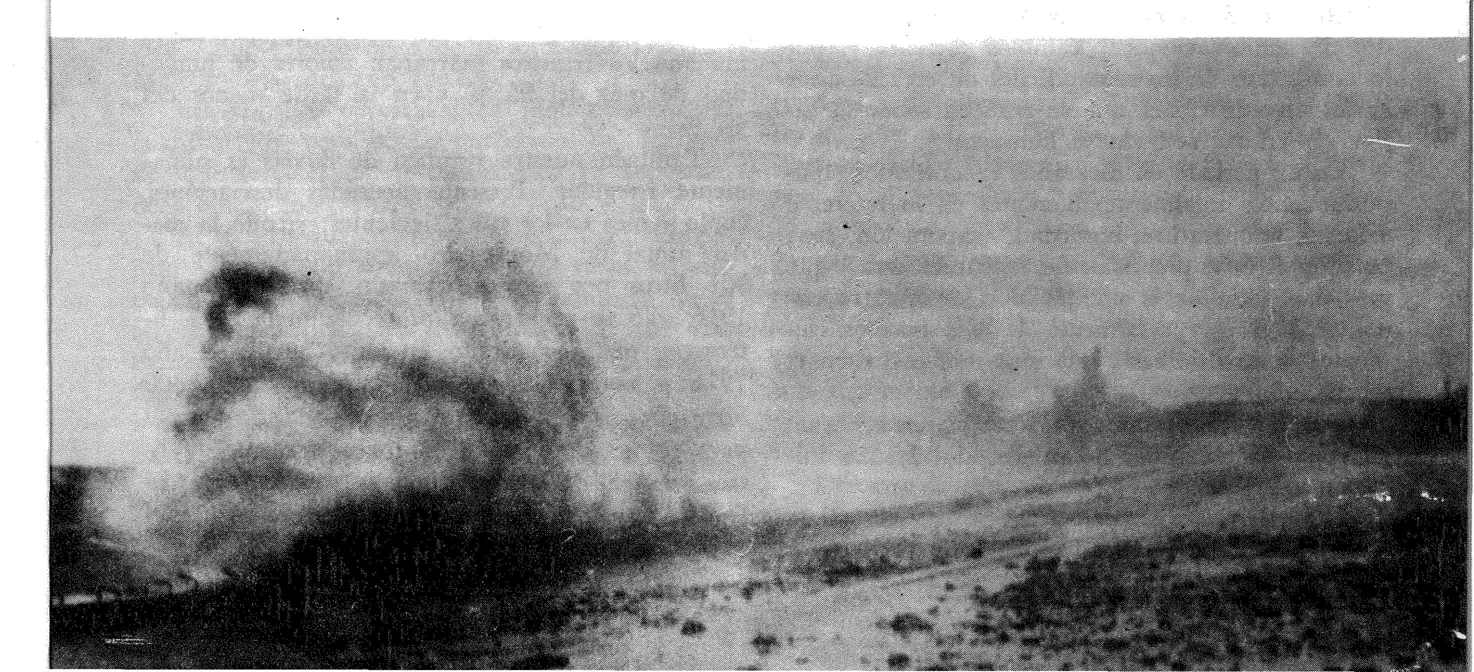
CLIMAS SUBPOLARES: taiga.

POLARES: tundra - helado.

El clima de nuestro país se sindica, dentro de esta clasificación, como *subtropical húmedo.*

En su descripción de este clima, Blair alude a que las lluvias son entre moderadas y fuertes en todas las estaciones; la temperatura media de los meses más fríos se sitúa por sobre los 6° centígrados y por debajo de los 18°; de nueve a diez meses la temperatura es superior a 10° y sólo ocasionalmente desciende de 0°; 220 días en el año son aptos para la germinación; la vegetación típica está constituida de citrus, palmeras, gramillas, etc. Este clima se presenta en las costas Este de los continentes, entre las latitudes 25° y 35°.

Una ola poderosa se desploma sobre la costa del Barrio Sur; una resultante de los elementos del clima.



NUESTRO CLIMA

APRECIACIONES GENERALES

Nuestro clima es uno de los que más variedades de combinaciones y cambios presenta y, por lo tanto, uno de los más difíciles de correlacionar en las investigaciones que se realicen sobre su influencia en las actividades humanas.

En un período de diez años encontramos comportamientos totalmente diferentes en lo referente a lluvia, temperatura, humedad, evaporación, etc.; pero no es ésta, precisamente, la característica que más hace resaltar la complejidad de nuestro clima, sino el comportamiento de esos mismos elementos dentro de cada estación, mes o día en el mismo año.

Días cálidos y húmedos se suceden en invierno, así como en verano se notan períodos de días húmedos y frescos.

Otra de las características de nuestro clima está representada por los cambios bruscos de temperatura y humedad, al extremo de que se han registrado descensos, en pocas horas, de más de 15° centígrados; y días ha habido en que en la mañana los registros marcaban valores de humedad de más del 95 % y en la tarde menos del 40 %.

También nuestro régimen de lluvias es sumamente irregular. Presenta acusadas desviaciones, como vemos en los casos siguientes: siendo la media anual de Montevideo aproximadamente de 936 litros por metro cuadrado, durante el año 1916 sólo se registraron promedialmente 437 litros por metro cuadrado, en tanto que en el año 1914 se registró un promedio de más de 2.300 litros por metro cuadrado; y que siendo la normal para el mes de enero de aproximadamente 77 litros por m², en el año 1953 ese mes registró 423 litros por m² en un término de 20 días. (Véase el cuadro siguiente).

DÍAS	Lluvia caída (litros por m²)
11	91,7
12	29,1
14 a 15	64,7
17	62,2
20 a 21	94,4 (día de grandes
22 a 23	64,8 inundaciones)
30	16,5
Total del mes:	423,4 litros por m².

El día 21, y como consecuencia de las ya excesivas lluvias en días anteriores, en el departamento de Canelones se produjeron inundaciones de tal entidad que las aguas superaron el nivel del puente sobre el arroyo Pando, poniendo en trance de gran peligro a numerosas familias y escolares que viajaban en ómnibus, vehículos que fueron detenidos a mitad del puente por efecto de la fuerte correntada. (Por más informaciones al respecto, consultar publicaciones de la Revista Meteorológica - Suplemento N° 3 de la Dirección Gral. de Meteorología, del año 1963.)

Los registros climatológicos anotan los valores cuantitativos, pero no las cualidades del fenómeno, que sería el estado atmosférico en su verdadero estado integral.

Al técnico que construye, planifica o industrializa, a quien cría o adapta nuevas razas de animales finos o nuevas especies de plantas, a quien estudia itinerarios para el transporte, al que fundamenta cálculos para seguros, así como al médico que estudia las alternativas de ciertas enfermedades relacionadas con el clima, no les resulta suficiente conocer los valores cuantitativos aislados de cada elemento. (Por otra parte, al haber transcurrido ya muchos años de observaciones, poco es lo que se puede agregar desde ese punto de vista.)

En cambio necesitarían saber cómo actúan esos elementos en conjunto, qué combinaciones presentan dentro de cada uno de los fenómenos que normalmente se presentan, cuántos de ellos son habituales en el año o en las estaciones y con qué gama de intensidades actúan, para así poder ajustar sus cálculos o relacionar sus experiencias e investigaciones.

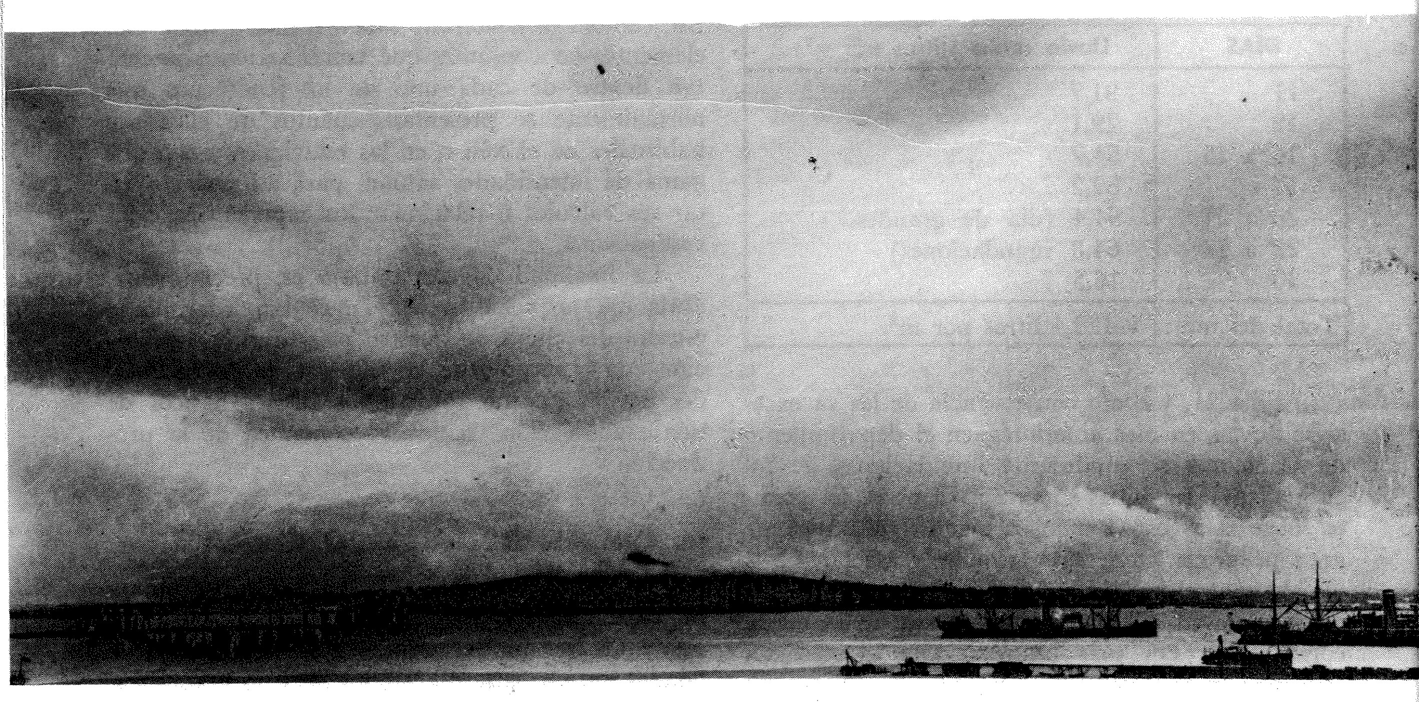
La finalidad de este trabajo es, precisamente, abrir esa pequeña brecha en el tan adormilado estudio del clima de nuestro país, que en conjunción con el estudio de los suelos y de las facilidades del transporte, forman los pilares básicos de una planificación técnica y económica de la producción.

EL ORIGEN DE NUESTRO CLIMA

DETERMINANTES DEL CLIMA Los determinantes fundamentales de nuestro clima, es decir, los elementos que influyen directamente en sus modalidades son: su latitud entre los 30 y 35 grados sur, las aguas cálidas del circuito del Atlántico Sur, la Cordillera de los Andes, que a modo de una barrera produce alteraciones en el pasaje de las masas de aire del Pacífico, la topografía y naturaleza del suelo y la circulación general de la atmósfera en el Hemisferio Sur.

CIRCULACION GENERAL DE LA ATMOSFERA EN EL HEMISFERIO SUR Consideraremos aquí sólo la circulación de la atmósfera en el Hemisferio Sur, puesto que los otros determinantes son suficientemente conocidos. En el esquema representado en la figura N° 1 vemos cómo se efectúa tal circulación.

Creemos oportuno, sin embargo, definir previamente, aunque sea en forma elemental, algunos de los términos que serán utilizados en el análisis de



Nubes bajas cortando la cumbre del Cerro. Estado típico del cielo previo a un temporal del Sur.

este tema, con el objeto de familiarizar al lector con expresiones de uso habitual en el lenguaje especializado. De este modo evitaremos largos circunloquios que serían inevitables en la mención de cada fenómeno.

Adiabático (del griego *adiabatos*: impenetrable) es un adjetivo que indica la condición de aquellos cuerpos o sustancias que pueden transformarse sin ceder o recibir calor.

Enfriamiento adiabático: se dice, en este caso, del enfriamiento del aire cuando al ascender se expande, utilizando en ese trabajo su propia energía, ya que por la rapidez del ascenso no recibe ni entrega calor, lo que hace que baje su nivel térmico. Se calcula que el aire seco y puro sufre un descenso de temperatura de aproximadamente un grado centígrado cada 100 metros de ascenso, por lo menos en la capa de la Tropósfera.

El aire saturado de vapor de agua sufre un descenso menor que el del aire seco, porque al enfriarse se producen condensaciones en forma de pequeñas gotas, lo que motiva una liberación del calor usado en la evaporación. Este calor liberado (casi 600 calorías por gramo de agua), al que denominamos calor latente de vaporización, se agrega al aire ascendente y hace disminuir el grado de enfriamiento, por lo que, a mayor condensación, mayor es la diferencia entre el enfriamiento del aire seco con el del aire saturado.

Gradiente es el término que se emplea para designar una relación de dos valores (temperatura o presión) con respecto a una unidad de altura o de distancia horizontal. Por ejemplo, a la disminución de un grado centígrado por cada cien metros (1°/100 m) de altitud, se le llama *gradiente adiabático* del aire seco; si en una masa de aire encontramos que cada 100 metros la temperatura baja más de 1° centígrado, decimos que tiene un gradiente más fuerte que el adiabático seco. Si dos isobaras (ver definición más abajo), trazadas con diferencia de 4 milibares, en una zona determinada están más próximas que en otra, decimos que allí existe un mayor gradiente de presión.

Fuerza de Coriolis es la originada por el movimiento de rotación de la Tierra en torno a su eje.

Isobaras o *líneas isobáricas* son las líneas que unen aquellos puntos de la Tierra donde la presión atmosférica es idéntica en un momento determinado.

Milibar es la unidad de medida de la presión atmosférica (milésima del *Bar*, que es igual a 1:000.000 de dinas).

ESQUEMA DE CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA EN EL HEMISFERIO SUR

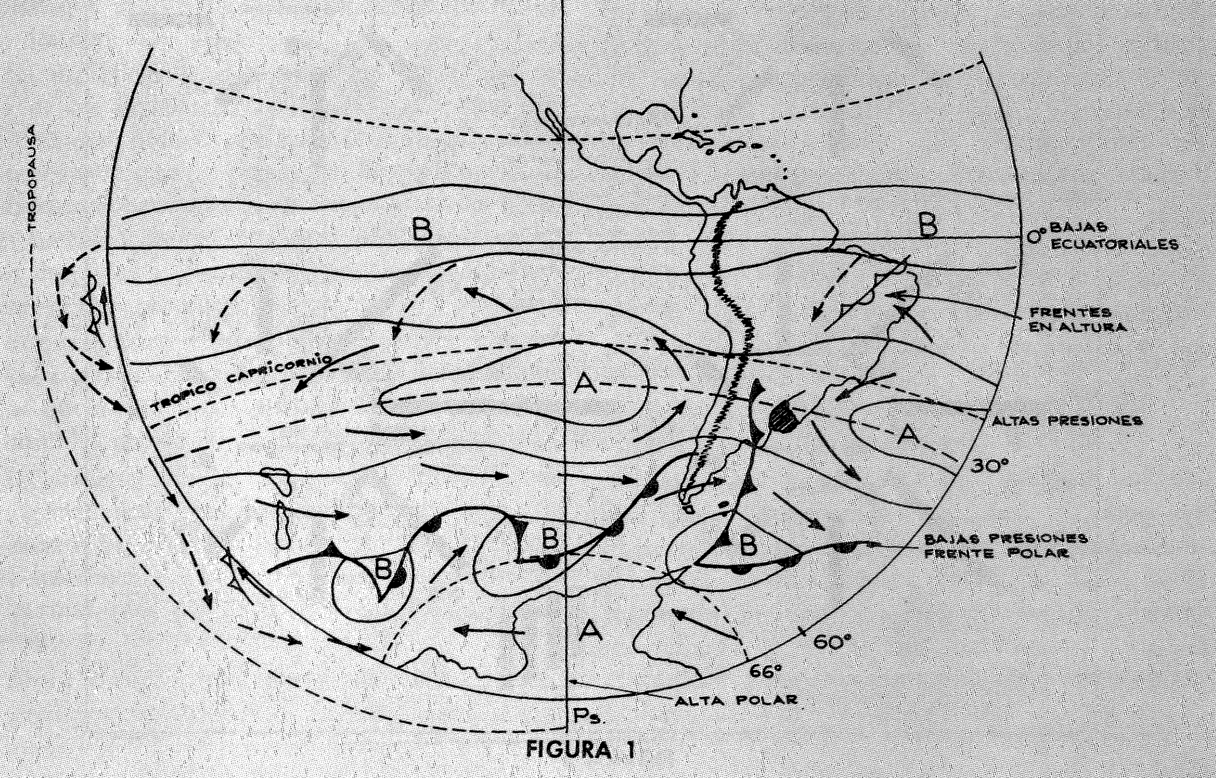


FIGURA 1

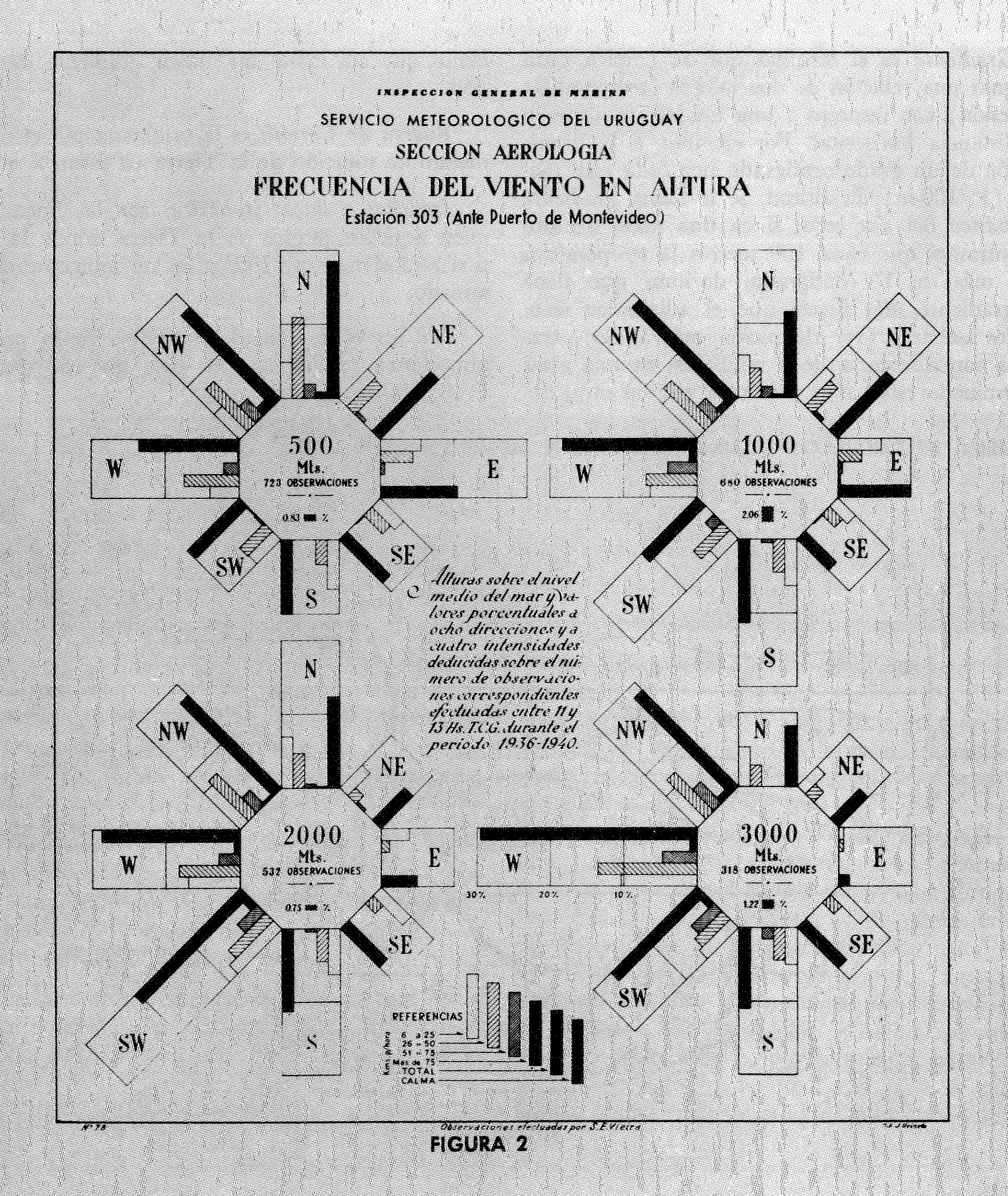


FIGURA 2

El aire calentado y húmedo en las capas bajas de la franja ecuatorial, al disminuir su densidad, asciende enfriándose adiabáticamente como aire saturado, condensa la humedad que transporta y provoca la formación de grandes masas de nubes de desarrollo vertical, que a ciertas horas precipitan en fuertes aguaceros. Este aire, al ir perdiendo humedad, se enfría con un gradiente adiabático más fuerte y al llegar a altos niveles se torna muy denso. Por efecto de la acción gravitatoria tiende a descender, y en su descenso obran las componentes de las fuerzas de inercia, de gravedad y fuerza de Coriolis. Esta conjunción de fuerzas da una resultante de dirección aproximada al Este, que aumenta su dirección hacia la izquierda a medida que avanza en latitud, a la vez que continúa descendiendo.

La superficie de discontinuidad física que resulta de ese deslizamiento de aire frío y seco descendente, en contacto con las masas de aire cálido y húmedo de abajo, puede ser la explicación de los frentes intertropicales de altura y de las poderosas turbulencias en aire claro producidas en las bajas latitudes y reportadas por los pilotos que vuelan a esas alturas.

Por otra parte, ese aire, al descender, comprime las capas y da origen a la zona de altas presiones que rodea al planeta en la proximidad de las latitudes de los 30°.

La interposición de los continentes altera la homogeneidad de estas franjas, lo que da lugar a la formación de grandes centros de altas presiones sobre los océanos y a los que llamamos anti-ciclones permanentes del Pacífico y del Atlántico respectivamente.

Ahora bien; el aire, por razón de las fuerzas del gradiente isobárico y de las originadas por la fuerza de Coriolis, adquiere un movimiento de rotación alrededor del centro de alta presión, en el sentido contrario al de las agujas del reloj en el Hemisferio Sur. Es ésta la causa de los vientos casi constantes del Sureste en las bajas latitudes (alisios) y de los vientos del Oeste en las latitudes mayores de los 45° Sur (ver fig. N° 1).

El autor comprobó, con más de trescientas observaciones efectuadas cuando impartía instrucción en el Instituto Interamericano de Meteorología, en la ciudad de Medellín, Colombia, a los 6° de latitud Norte, que la tendencia de los vientos, una vez libres de la fricción con el suelo (unos 3.000 metros) eran francamente de los sectores del Este; y en Montevideo, con más de trescientas observaciones a los 3.000 metros de altitud, la tendencia predominante era la de los sectores del Oeste. Las observaciones efectuadas en la zona sur de la Patagonia y de Chile, a una altitud de 1.000 metros, indican casi siempre vientos del Oeste. Las observaciones de referencia se realizan con globos pilotos. (Ver figura N° 2.)

Por otra parte, sobre la Antártida, el aire frío y de escasa humedad específica es muy denso, lo que provoca un centro de altas presiones en superficie, donde el movimiento de rotación del viento se produce también en sentido contrario al de las agujas del reloj.

De esta forma encontramos que, en las proximidades del paralelo 60° Sur, se rozan, podríamos decir, dos grandes corrientes de aire con distintas características físicas y con sentidos contrarios en su movimiento. Ésta es la causa de la formación de una serie de ciclones de carácter dinámico, a lo que se denomina *frente polar del Hemisferio Sur.* (Nos remitimos nuevamente a la figura N° 1.)

MASAS DE AIRE

GENERALIDADES

Se denominan masas de aire a grandes porciones de aire situadas en las capas bajas de la atmósfera y que toman cierta homogeneidad en sus condiciones físicas; es decir, que en esa porción de aire no se manifiestan discontinuidades de consideración en sus valores físicos, como ser temperaturas, humedades, circulación de vientos, etc. Son enormes volúmenes de aire con tendencia a adoptar formas de casquetes, en los que la base acusa una zona, más o menos central, de presiones mayores que en los contornos. Si consideramos a estas masas de aire como cuerpos de una característica definida, en sus fronteras con otra masa diferente, se producen discontinuidades bruscas, o sea notorias diferencias en los valores físicos. Es en esa zona donde se producen los *frentes,* con la gama de fenómenos que componen el clima.

La clasificación de las masas de aire es de carácter internacional. Se toma primero en cuenta la zona de donde provienen, la que confiere una inicial calificación, a saber: tropical, polar, antártica, continental, marítima; en segundo término, de acuerdo con sus condiciones en relación con los gradientes adiabáticos en altura, se clasifican como estables o inestables; también se considera el grado de modificación de una con respecto a la otra.

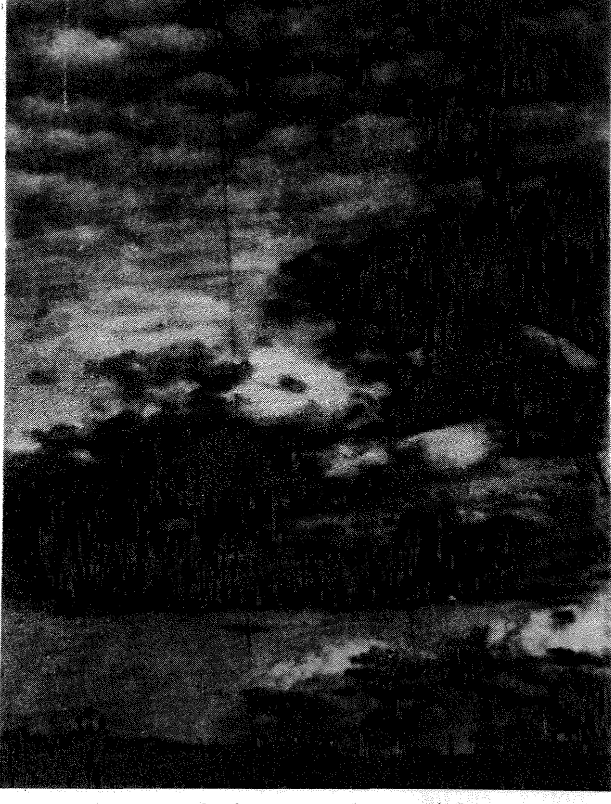
LAS MASAS DE AIRE EN EL URUGUAY

La posición geográfica de nuestro país determina que el anticiclón del Atlántico le aporte masas de aire cálidas y húmedas (Tropical Marítima); el anticiclón del Pacífico masas de aire con menos temperatura y humedad, sobre todo si el pasaje se efectúa por el sur de Chile (Polar Continental); y de ciertas fluctuaciones de los ciclones del Frente Polar recibimos, en invierno, masas de aire mucho más frías, las que según sea su trayectoria podrán ser más o menos húmedas.

La frecuencia, condición y duración de cada una de ellas depende de las oscilaciones e inclinaciones de los ejes de los grandes anticiclones, los cuales, aunque de carácter permanente, no permanecen fijos, sino que sus centros se desplazan, ya hacia el norte, ya hacia el sur, con inclinaciones de sus ejes hacia el Este o hacia el Oeste.

El aporte de las masas de aire de Antártida se debería al enorme empuje ocasionado en el sector frío de los Ciclones Polares por los "Fall-Winds", que no son otra cosa que la caída del aire, extremadamente frío, de las altas planicies heladas, que se precipitan por estrechos y empinados desfiladeros adquiriendo velocidades superiores a los 200 Kms/h.

De la somera descripción de la circulación atmosférica en el Hemisferio Sur se desprende que nuestro territorio se encuentra dentro de una gran zona donde se desplazan variados tipos de masas de aire, que al moverse con velocidades y direcciones diferentes crean lo que se ha dado en llamar "Zonas de Frontogénesis". Las masas de aire toman sus características físicas de los lugares donde han permanecido algún tiempo; pero, como a su vez se van desplazando, sufren modificaciones totales o parciales según esos desplazamientos sean lentos o rápidos, y de tal forma toman características especiales. Así, por ejemplo, masas de aire extremadamente frías y secas, provenientes de las zonas de la Antártida y que se desplazan rápidas por sobre las aguas más cálidas del Atlántico, adquieren mayor temperatura y humedad en sus niveles bajos, manteniéndose frías y secas en los niveles altos. Por esta razón los fenómenos meteorológicos que en ella puedan producirse serán muy diferentes a los que ocurrirían si su desplazamiento fuera lento, adquiriendo una total modificación en todos los niveles. Otras modificaciones pueden ocurrir en las masas de aire provenientes del Pacífico, porque si el pasaje se efectúa por la parte sur de la Cordillera Andina, llegan con baja temperatura y poca humedad; pero si el pasaje se produce al norte del paralelo 35° Sur, aumenta su temperatura y disminuye mucho su humedad (fenómeno conocido como "Föehn").



El estado termodinámico de la atmósfera se traza en el cielo con la especial grafía de las nubes.

Concretando, diríamos que nuestro clima es la consecuencia de las diversas masas de aire que la invaden y de los *frentes meteorológicos* que se producen en los desplazamientos de una a otra.

DINAMICA DE NUESTRO CLIMA

Se describirán a continuación algunos de los más clásicos estados atmosféricos conformantes de nuestro clima, acompañado de la típica situación del campo isobárico que nos muestra la Carta Sinóptica, en los momentos de producirse cada fenómeno.

FUERTE TEMPORAL DE LLUVIA Y VIENTO

Observando la Carta Sinóptica representativa de este estado atmosférico (figura Nº 3), podemos apreciar un frente que ha penetrado hasta la latitud de los 20º Sur y en el que se ha formado una onda ciclónica, en la profunda baja presión sobre el centro de nuestro país y alrededor de la cual el viento rota ciclonalmente (sentido del movimiento de las agujas del reloj).

Las masas de aire que han originado esta situación frontal son: una Tropical Marítima Inestable con transporte de mucha humedad en sus capas bajas y otra Polar Marítima Inestable.

En estas condiciones, y con el aire girando alrededor de la Baja en el sentido ciclonal, vemos que en una parte del Frente es el aire frío el que desplaza al aire cálido, metiéndose por debajo a manera de una cuña y obligándolo a ascender, mientras que en la otra es el aire más cálido el que empuja al frío, pero ascendiendo como por un plano inclinado.

En la figura Nº 4 tenemos un detalle ampliado, con un corte vertical del ciclón. El efecto dinámico del viento girando ciclonalmente acentúa la baja presión, con lo que aumenta el gradiente horizontal de ella y el viento adquiere entonces sus velocidades máximas.

Veamos ahora los estados atmosféricos en las localidades próximas al corte, que son Salto, Durazno y Montevideo.

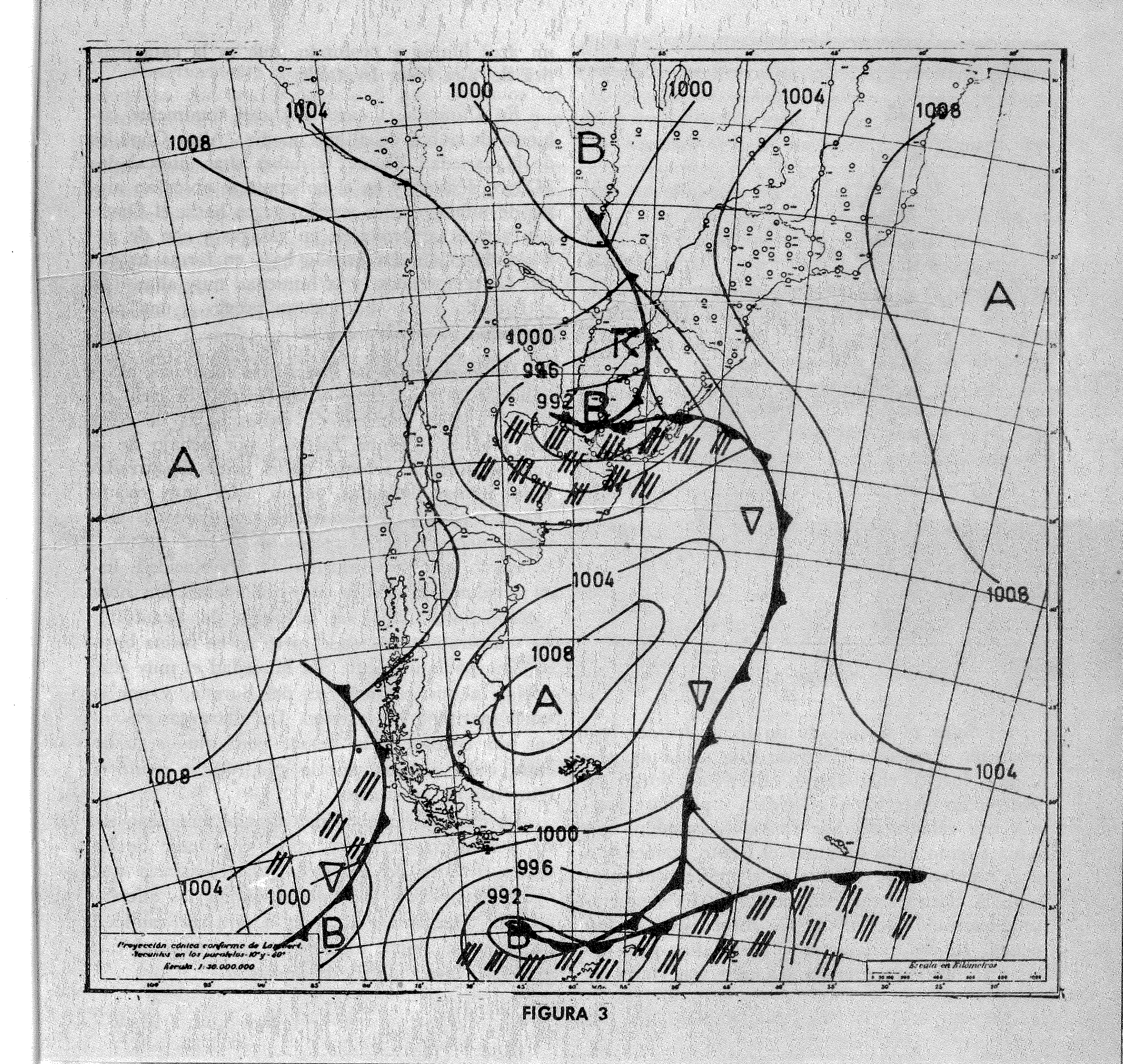


FIGURA 3

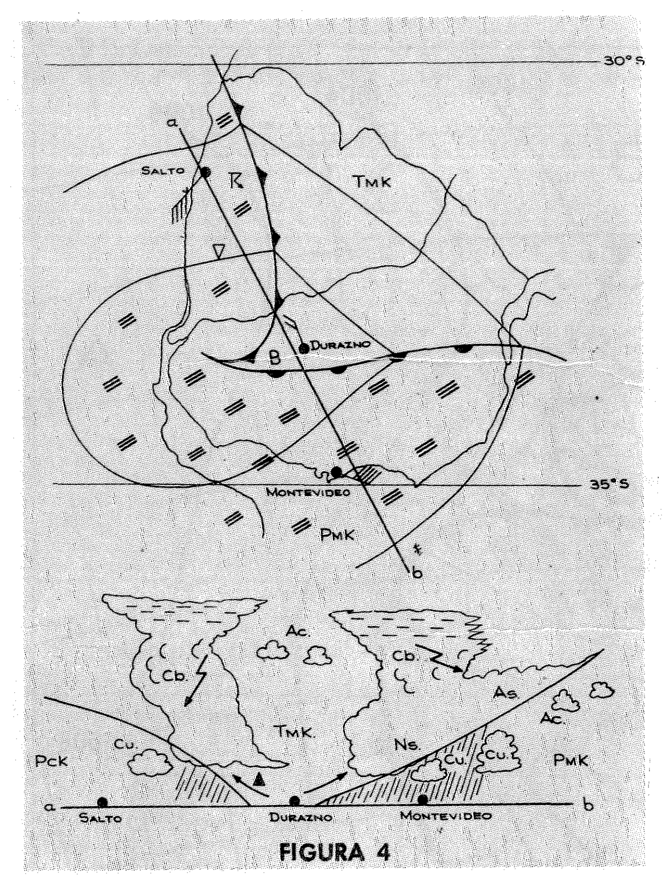


FIGURA 4

En Salto ya ha pasado un frente frío, se han producido tormentas eléctricas con caída de granizos y fuertes chaparrones. El viento, luego de cambios de dirección y velocidad, sopla muy fuerte y con ráfagas del Sur Oeste. La presión, que había bajado antes de pasar el frente, comienza a subir rápidamente, dejando en el gráfico del barógrafo la clásica figura de una "V". La temperatura desciende fuertemente, lo mismo que la humedad. El cielo comienza a despejarse; pero todavía se observan grandes cúmulos con claros de un azul limpio y profundo, que es la característica del aire Polar Inestable.

En Durazno el cielo está casi totalmente cubierto de nubes de altitud media (Altos Cúmulos de la variedad Flocus) y nubes altas intercaladas (Cirros densos) y en el horizonte se observan masas de nubes oscuras y relámpagos hacia el Oeste. Los vientos se producen en ráfagas y son de variada dirección. La presión baja en forma irregular. La temperatura y la humedad muy altas. (Es el llamado estado bochornoso previo a una perturbación.)

En Montevideo las lluvias son continuas, alternándose las moderadas y las fuertes. El cielo está totalmente cubierto de nubes bajas de color gris plomizo (Nimbo Estrato) por debajo de la cual se mueven, veloces, nubes como desgarradas y sin formas definidas, de un color muy oscuro (Fractos cúmulos y Fractos estratos, llamadas más comúnmente *nubes desgarradas de mal tiempo*). El viento, que fue aumentando su velocidad, llega a valores de más de 100 quilómetros por hora (viento huracanado, en la escala de Beaufort). La temperatura desciende; pero no en forma brusca, sino paulatinamente. La humedad es muy alta, debido a que el viento es del Sureste, y por lo tanto marítimo en extremo. Las descargas eléctricas son escasas hacia tierra; pero muy seguidas entre nube y nube, por lo que sólo se siente el retumbar de los truenos.

La duración e intensidad de este fenómeno varía por muchos factores, como el empuje de las masas de aire del Pacífico y la resistencia que oponga la masa de aire del Atlántico, las diferencias de temperatura de una a otra, la cantidad de humedad, sobre todo en la masa tropical y el grado de inestabilidad de ambas.

Posteriormente el sector de frente frío, que se desplaza con mayor velocidad que el sector de frente cálido, alcanza a éste y se produce lo que se llama una *oclusión*. El aire más frío se introduce por debajo de todo el sistema, quedando un frente frío en tierra y un frente cálido en altura, lo que hace que el área afectada por el mal tiempo sea mayor. De la trayectoria que siga la depresión depende que la duración del mal tiempo se prolongue.

Este tipo de fenómeno, que se registra en forma muy irregular en lo que concierne a frecuencia y estaciones del año, es uno de los que más daños causan a nuestra economía y si se presentan muy intensos al final de la primavera o a principios del verano, su acción es calamitosa: produce grandes pérdidas en el ganado ovino recién esquilado, destruye los viñedos, frutales, trigales y en muchas ocasiones incluso ha provocado tragedias en las poblaciones.

Los lapsos de duración de este fenómeno, desde su comienzo hasta la normalización del tiempo, es generalmente de 48 a 72 horas.

Como ejemplo típico del fenómeno descrito citaremos el más intenso temporal registrado en los anales de la Dirección G. de Meteorología de Uruguay, que fue el que soportó el país el día 10 de julio de 1923 (ver figura Nº 5).

El día 9 llovía y el viento pasaba de los 50 Kms/hora; al comienzo de la noche ya alcanzaba más de 70 Kms/h. de promedio. El día 10, manteniendo su dirección del Sur Sureste, alcanzó promedios de 120 Kms/h. a las 7.00 hora local, para llegar a la hora 19.00 a un promedio de 150

Altos cúmulos (flocus): un característico anuncio de una posible tormenta.

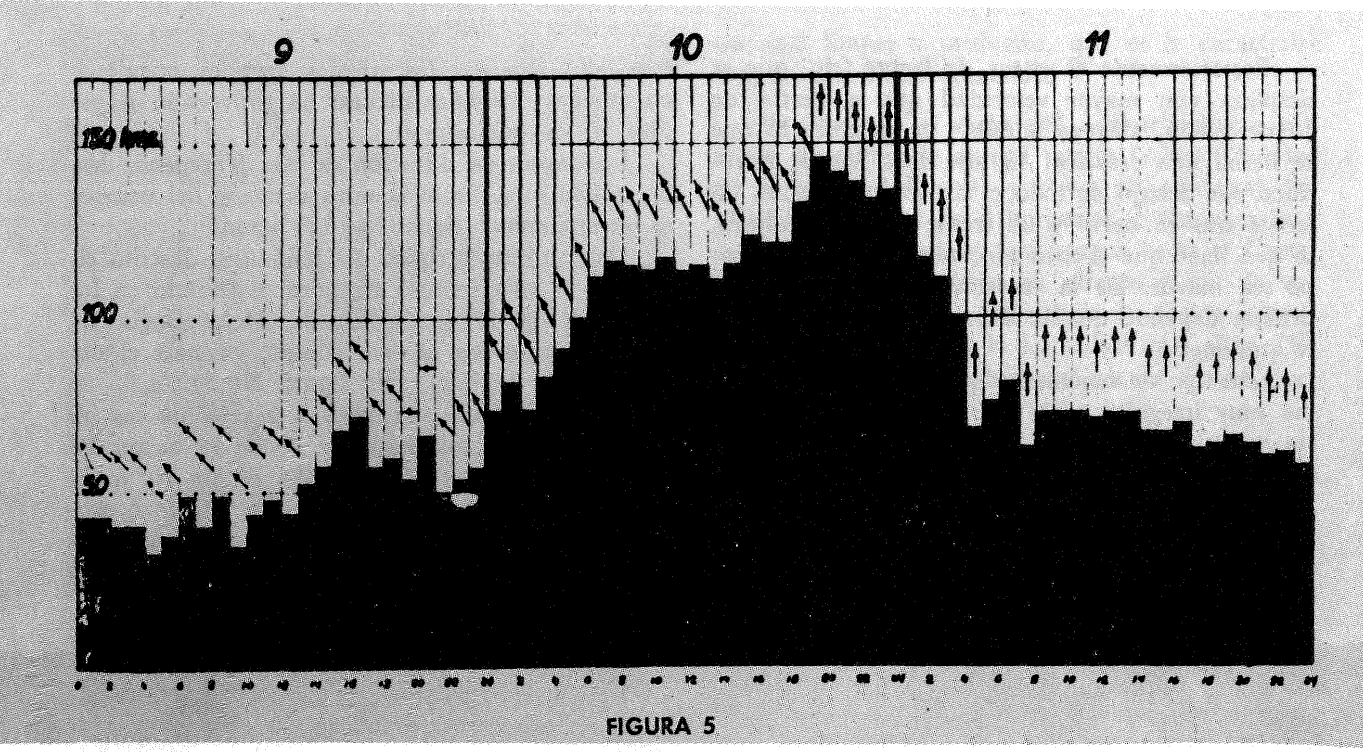


FIGURA 5

Expresión gráfica de la dirección y fuerza del viento en el temporal del mes de julio de 1923.

Kms/h. Continuó hasta la hora 3.00 del día 11 con promedios de 130 Kms/h., para luego disminuir a promedios de 70 y 50 Kms/h. el resto del día 11 y parte del día 12.

Este fuerte temporal de lluvia y viento destruyó parte de la Rambla, las terrazas de Pocitos y Ramírez, muchas viviendas de las calles Recinto, Reconquista, Guaraní y otras, causó enormes daños en el puerto y muchos fueron los barcos que encallaron en las costas del Río de la Plata, entre los que se encontraban buques de ultramar de elevado tonelaje. Los enormes bloques de hormigón que ahora se observan del lado interior de la escollera Este, continuación de la calle Sarandí, se encontraban antes de producirse este temporal del lado de afuera y fueron pasados por encima de la escollera merced a la fuerza de las enormes olas que la sobrepasaban. El mareógrafo acusó en esa oportunidad, un nivel superior a más de 4 metros sobre 0.

Dado que no existían en esa época cartas sinópticas del tiempo, no podemos reproducirlas en este trabajo, como sería de desear; pero esa situación concuerda, por la rotación de los vientos, con la situación mostrada en la carta típica de la figura N° 3, con la sola diferencia de que posiblemente el centro de la profunda baja barométrica estaría situada algo más al Este.

TURBONADAS

Las *turbonadas* de nuestro clima, mal llamados *tornados* (puesto que este último fenómeno se desarrolla en los mares tropicales), se producen, al igual que el granizo, en las nubes llamadas Cúmulos Nimbos.

Cuando estas nubes alcanzan un gran desarrollo (Cúmulos Nimbos Incus o Arcus) se producen dentro de ellas poderosas corrientes ascendentes y descendentes; en la parte baja de la nube se interceptan estas corrientes de sentidos opuestos, formando un torbellino de eje horizontal, el cual por efecto dinámico acelera su movimiento de giro. En este torbellino se forma un tipo de nube que se asemeja a un enorme rollo que avanza muy bajo, delante del Cúmulo-Nimbo y de un color gris plomizo muy oscuro. Esta nube en su trayectoria no mantiene un mismo nivel, sino que a veces desciende mucho y cuando toca en la superficie de la tierra obstáculos que se le oponen se descompone en forma de un espiral de altísima velocidad de giro y traslación a la vez. Por esta causa es que se producen destrozos, como los anotados en la turbonada que azotó la parte sur de nuestro país, el día 24 de febrero de 1966.

En la figura N° 6 vemos la carta sinóptica representativa de ese fenómeno, en la que pasa por nuestro país un frente frío con tormentas delante del Frente. Esto ocurre porque el Frente se desplaza muy rápido y la masa de aire tropical es muy húmeda e inestable. La velocidad de movimiento del Frente se debe a que la masa de aire del Pacífico entra con mayor empuje que la resistencia que le opone la masa del Atlántico. Es uno de los casos en que la circulación general de la atmósfera se altera por la inclinación de los ejes

La escollera Sarandí después de los destrozos provocados por el temporal del 10 de julio de 1923.

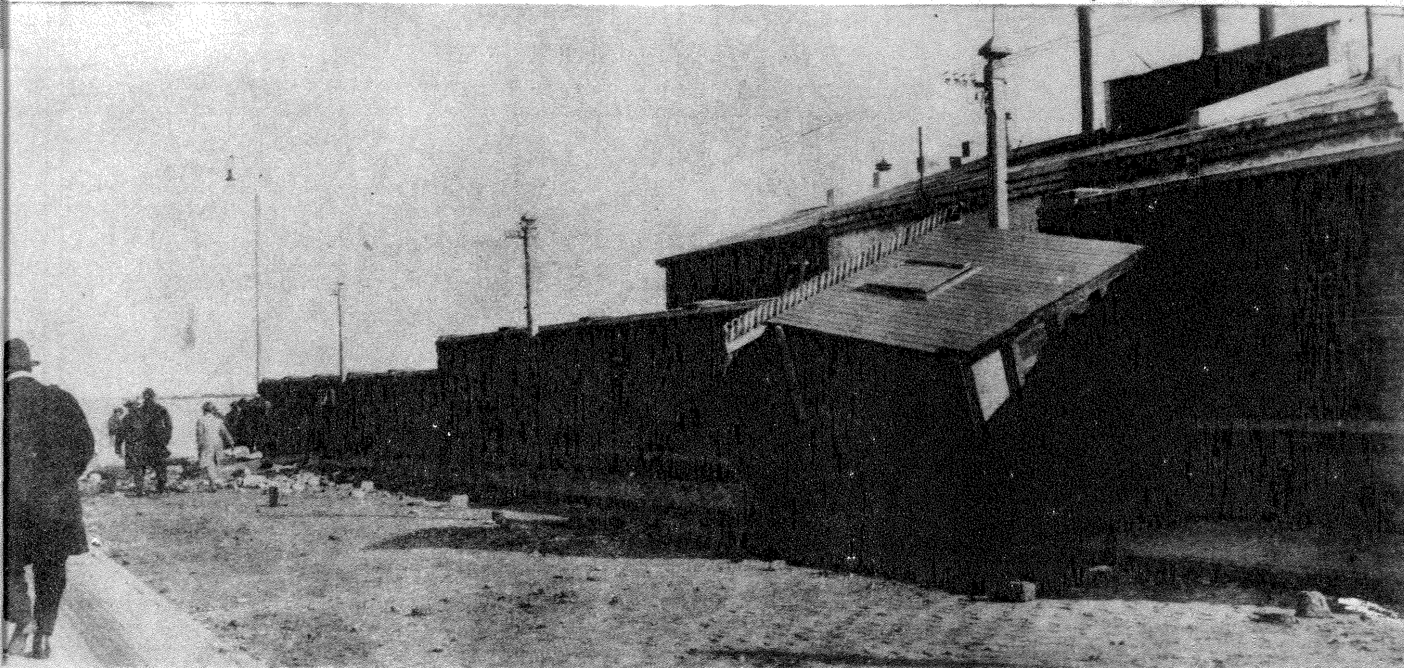


FIGURA 6

de los grandes anticiclones descritos esquemáticamente en la figura Nº 1.

En la figura Nº 7 se ha intentado graficar, con un corte vertical de un frente frío de desplazamiento rápido, las nubes típicas que se forman y las demás condiciones del tiempo que acontece en esos momentos.

Para dar una idea de la enorme velocidad del viento que desarrolla una *turbonada,* recordemos el caso de la enorme torre-grúa que había instalado en la rambla de Pocitos una empresa constructora. Tenía perfiles de hierro laminado y luego de la turbonada quedó retorcida, como si fuera de hojalata, con la forma de un tirabuzón. A esto

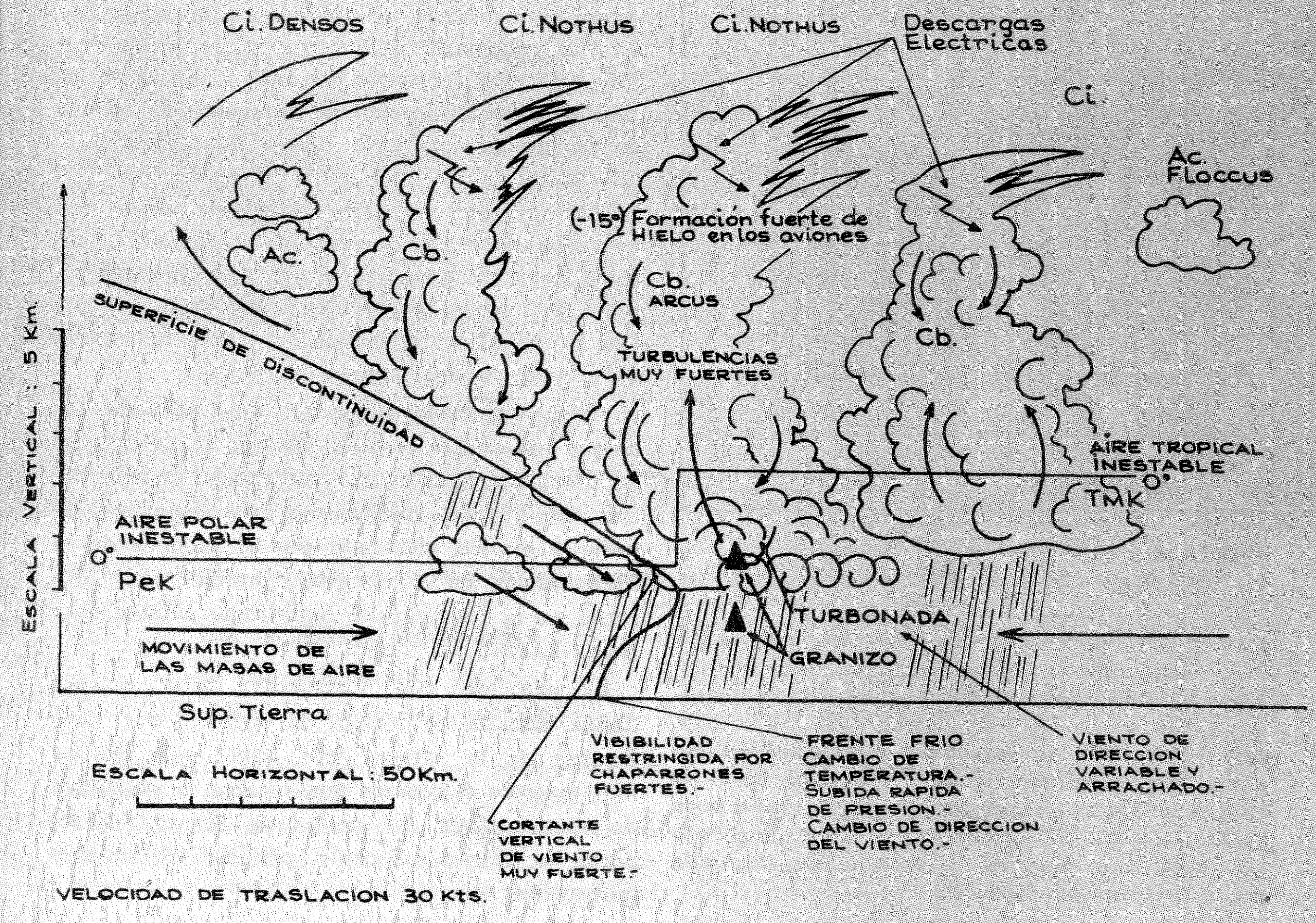


FIGURA 7

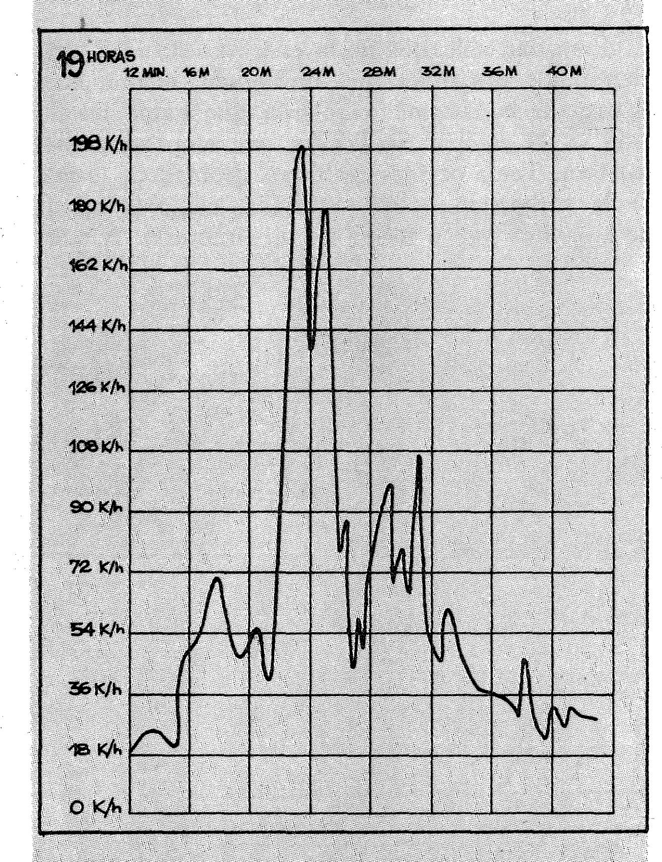


FIGURA 8

Puede observarse en esta gráfica la velocidad del viento durante la impresionante turbonada del 8 de julio de 1935. En unos pocos minutos el viento pasó de 18 a más de 200 quilómetros por hora; la ráfaga sólo duró unos segundos. El estudio fue efectuado por el profesor Luis Morandi.

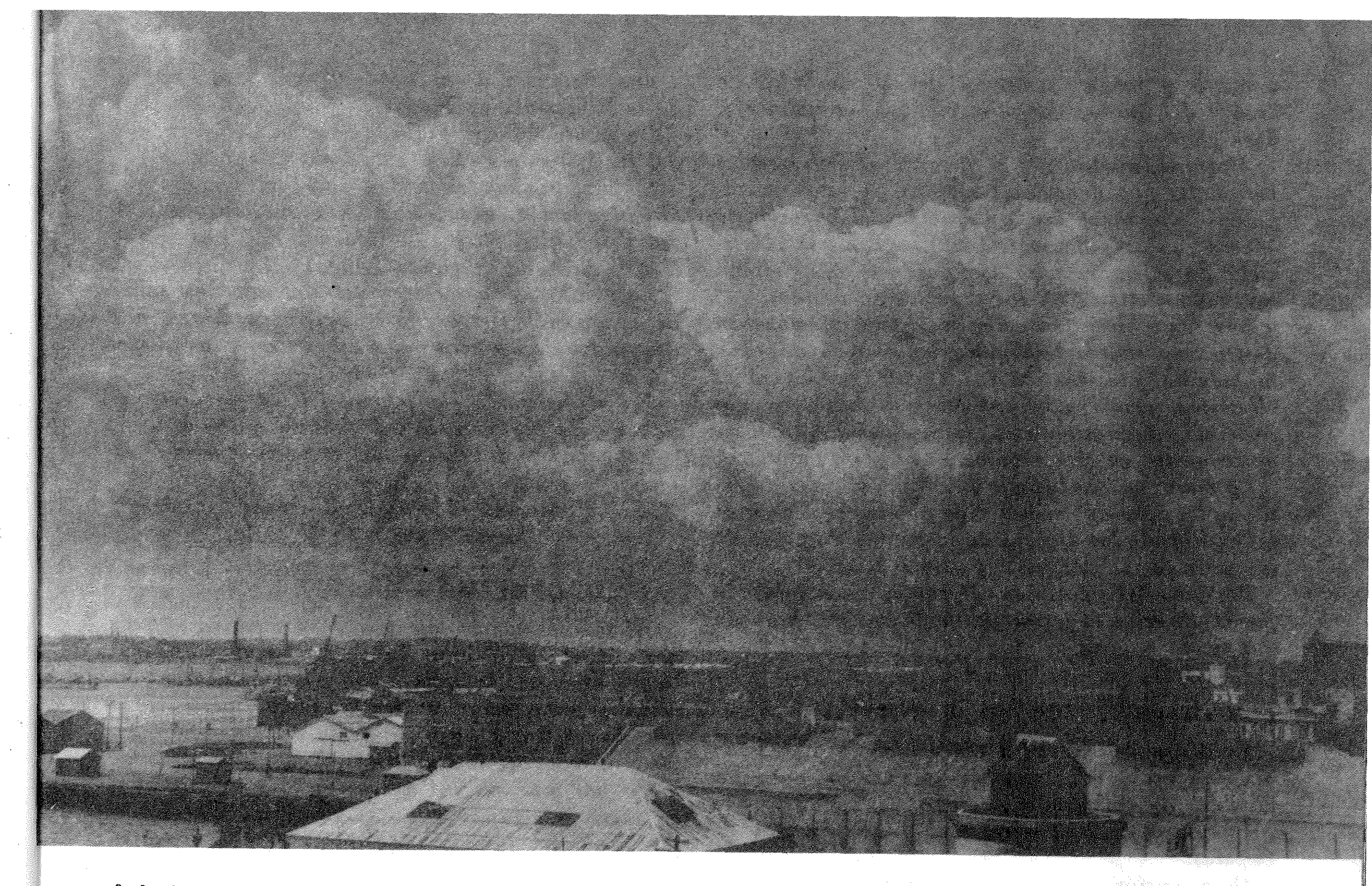
hay que agregar la gran cantidad de árboles arrancados de raíz y tumbados en la misma dirección, o aquellos que, por la resistencia de su raíz, fueron tronchados todos a la misma altura, debajo de sus copas.

Los hechos confirman el movimiento ondulante de este torbellino en su desplazamiento: en un mismo parque, poblado con árboles de una misma especie, fueron dañados algunos núcleos formados por decenas de ejemplares, mientras que a unos centenares de metros no se produjeron daños. Éstos se repitieron con intermitencias en lugares situados a considerable distancia del destrozo precedente, siempre en la misma trayectoria de la turbonada.

La duración de estas ráfagas de viento tan poderosas no es, felizmente, tan prolongada como la de los verdaderos *temporales,* sino que sólo alcanza a unos pocos minutos o segundos. La turbonada del 24 de febrero de 1966 debe haber sido una de las de más extensa duración.

Otra turbonada digna de ser recordada fue la que tuvo lugar el 8 de julio de 1935, pasadas las 19 horas, que acusó una ráfaga de más de 200 Km/h; pero fue de sólo unos segundos (estudio y gráfico efectuado por el pionero de la Meteorología en el Uruguay, profesor Luis Morandi, en la Estación del Aeródromo Militar Cap. Boiso Lanza; ver figura Nº 8).

El paso de esta turbonada causó muchos daños, debidos al viento; el granizo que cayó después de la ráfaga debe haber sido de los más extensos e intensos que registra la estadística de nuestro clima. La ciudad de Montevideo soportó, en vidrios solamente, pérdidas varias veces millonarias.



A la izquierda, nube en forma de rollo que caracteriza la turbonada. (29 de noviembre de 1922).

LA TURBONADA DEL 8 DE JULIO DE 1935

("La Mañana", 9 de julio de 1935)

"Pese a su breve duración, son numerosas las víctimas e incalculables los daños materiales.

Quienes tuvieron la fortuna de que el huracán de anoche los sorprendiera bajo techo, no podrán imaginar a través de las crónicas la violencia del mismo, ni las escenas de pavor que se registraron en las calles, especialmente en aquellas alejadas del centro de la ciudad, donde la velocidad extraordinaria del viento producía la sensación de que los edificios no podrían resistir sin desmoronarse a poco que durase la tempestad.

Quienes nos encontrábamos en esos momentos en la calle cumpliendo con nuestras obligaciones, entre las que debemos contar la no muy cómoda de observar cuanto ocurría, recordamos inmedia-

tamente el famoso temporal del 10 de julio de 1923 y del que se cumplen mañana, casualmente, doce años.

Afortunadamente —y a pesar de las desgracias personales que debemos lamentar en esta oportunidad—, fue tan breve la duración del huracán de anoche, que rápidamente pudo organizarse el servicio de salvataje para las personas que habían resultado víctimas en los diversos derrumbes.

Los luminosos que caían, los que amenazaban destrozarse contra las calles, las chapas de cinc, los ladrillos y la obsesión de las gentes por los cables eléctricos, produjeron por unos instantes escenas realmente impresionantes, imposibles de traducir exactamente en esta crónica.

Lo cierto es que los que se encontraban en la calle, en las casas de construcción no muy sólidas, y en las casillas de las afueras de la ciudad, han pasado instantes de verdadera angustia. (...)

Por las referencias que ofrecemos a continuación puede apreciar el lector, la magnitud del huracán que azotó anoche la ciudad.

LOS DESPERFECTOS EN EL PUERTO

Voladura de 5 puertas y 4 ventanales del Salón de Revisación con sensibles perjuicios para los muebles de esa oficina.

Voladura de los techos del Club Alemán de Regatas.

Desaparición por caída al mar de las garitas abrigo de los elementos de la Prefectura de Puertos, que llevan los números 3 y 5.

Voladura y derrumbe de gran parte de los techos del ex depósito de la Aduana Serna, donde ahora tiene su garage y taller mecánico y carpintería la Prefectura de Puertos, su sede la Corporación Prácticos del Puerto y los Talleres de División Resguardo.

Del Muelle Washington el temporal arrebató varias pesadas boyas de hierro.

La potencia incalculable del viento volcó un camión particular en el puerto y suspendió y llevó a una distancia de más de 30 metros al camión de la Prefectura de Puertos.

Derrumbó los techos de la Sección Conservación del Instituto de Pesca. (...)

Si bien no hay seguridad sobre el nombre de la embarcación, se supone que la lancha automóvil del Frigorífico Swift, ha sido hundida por recostarse sobre ella la Draga Uruguay 4.

La casilla de operaciones del Mercado de Frutos de la División Resguardo resultó poco menos que destruida al caer sobre ella un pesado poste de la Usina Eléctrica. (...)

En el hangar 3, la fuerza del viento destrozó uno de los portones de ese almacén portuario.

El gabinete higiénico del hangar 5 perdió su techo.

En la zona del Mántaras, el temporal destruyó columnas de hierro y cemento de la luz eléctrica.

EL TEMPORAL MAS FUERTE

El temporal más fuerte que ha azotado el país fue el del 10 de julio de 1923. Los anemómetros registraron en esa ocasión 194 Kilómetros horarios y tuvo como característica una gran persistencia del viento. Durante tres días, la velocidad se mantuvo alrededor de los 100 Km. El temporal de ayer fue mucho más breve; su duración apenas si alcanzó algunos minutos, pero los 180 Kmts. desarrollados le colocan entre los grandes temporales, semejantes en un todo con los de la zona intertropical.

Para que se tenga una idea de lo que significa esta velocidad, recordemos que el temporal más intenso del mundo correspondió a un ciclón del mar de China, durante el cual se anotaron 209 Kms. por hora. El vendaval de ayer fue, pues, de los buenos.

NOTA: Posiblemente en la época en que se escribió esta crónica, las informaciones sobre la intensidad de los tifones de China o de los tornados del Caribe, no fueran totalmente correctas; se puede asegurar que dichos fenómenos han producido vientos cuyas velocidades han sobrepasado los 300 kilómetros por hora.

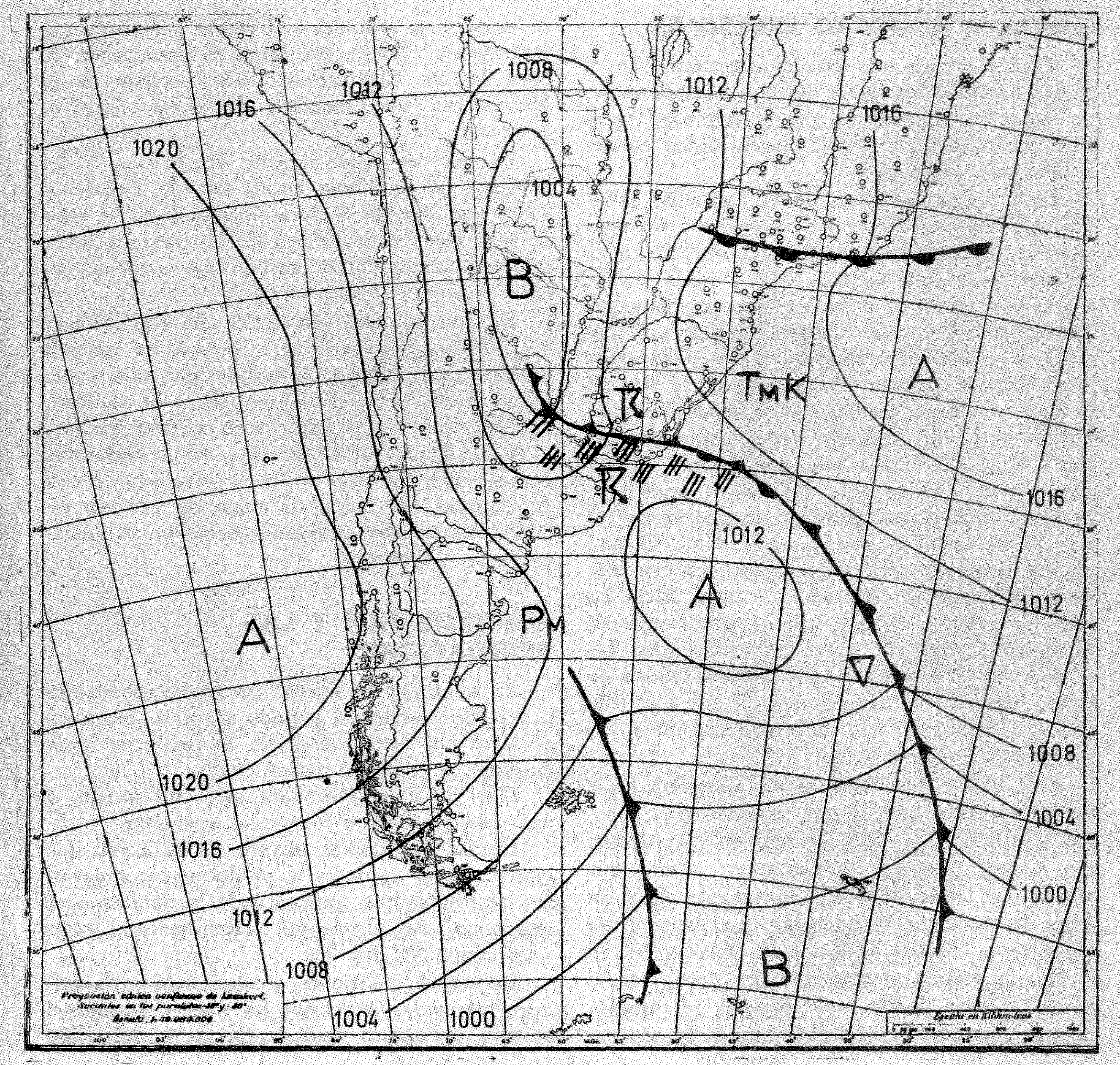


FIGURA 9

LLUVIA Y HUMEDAD EXCESIVAS

Veamos ahora otro estado atmosférico en el cual el viento es un factor de menor importancia; nos referimos a la lluvia y a la humedad excesivas, que por tal carácter causan daños en determinadas actividades.

En la Carta Sinóptica de la figura Nº 9 vemos que ante un frente estacionario o casi estacionario (porque en oportunidades, este Frente se traslada lentamente hacia el Norte o hacia el Sur, alternativamente) se individualizan las masas de aire que provocan esta situación Frontal: una masa Tropical Marítima Inestable y otra Polar Marítima Estable. Invade una gran masa de aire del Pacífico con poco gradiente de presión, se retira lentamente la del Atlántico y una pequeña masa Polar Marítimo aporta aire muy húmedo hacia nuestro país. Debido a la lentitud de avance de las masas y el escaso gradiente de presión en superficie, el viento es relativamente débil. El aire tropical, siempre ascendente sobre la masa más fría, mantiene un aporte de vapor de agua hacia los niveles más altos, alimentando las condensaciones de espesos cuerpos de nubes del tipo Nimbo Estrato. Sobre él se forman, por la inestabilidad en altura, algunos Cúmulos Nimbos. El aire más frío, y muy húmedo, proviene de la pequeña masa Polar Marítima situada al sur.

En tales condiciones, el estado atmosférico que reina en nuestro país es algo variable; pero siempre dentro de un estado general de mal tiempo con lluvias, nieblas y tormentas en altura, que alterna con lapsos de esclarecimiento de cielo, sin dejar de disminuir la humedad. La temperatura experimenta rápidas variaciones, varias veces en el día; la presión se mantiene por debajo de la normal y, con el aire muy húmedo, se presenta un estado atmosférico especialmente incómodo para las personas sensibles o afectadas por ciertas enfermedades. (Sobre este tema se recomienda la obra del Dr. Clarence A. Mills, profesor de la Universidad de Cincinati, *El clima hace al hombre.)*

Cuando las masas de aire del Pacífico y del Atlántico se equilibran en su empuje, este fenómeno adquiere larga duración, como en el caso del mes de enero de 1953. (Ver el cuadro incluido en este volumen, en el capítulo *Apreciaciones generales sobre nuestro clima.)*

En determinadas épocas del año este fenómeno es favorable para el agro; pero causa ingentes daños en otras actividades e industrias, tales como el transporte aéreo, el turismo, obras de vialidad, pintura y decorado de edificios en construcción, etc.

En la figura Nº 10 presentamos un corte vertical de un frente frío de movimiento lento o casi estacionario, en el que las masas de aire son estables y se producen durante muchas horas, lluvias continuas y nieblas.

NUESTROS RIOS Y LAS INUNDACIONES

En nuestro país, apenas las lluvias sobrepasan la medida normal del período en unos centenares de litros por metro cuadrado, se producen inundaciones de mayor o menor efecto.

Hay varias razones para que esto suceda, y para que suceda con frecuencia alarmante.

Hemos visto que la mayoría de las lluvias que sobrepasan las normales se producen por situaciones de *frentes* que forman ondas ciclónicas o se estacionan sobre el territorio. (Remitimos al lector a las cartas Nºs 3 y 9.)

En ambas situaciones, y sobre todo en la primera apuntada, vemos que los vientos, durante el período que abarca desde la formación del ciclón

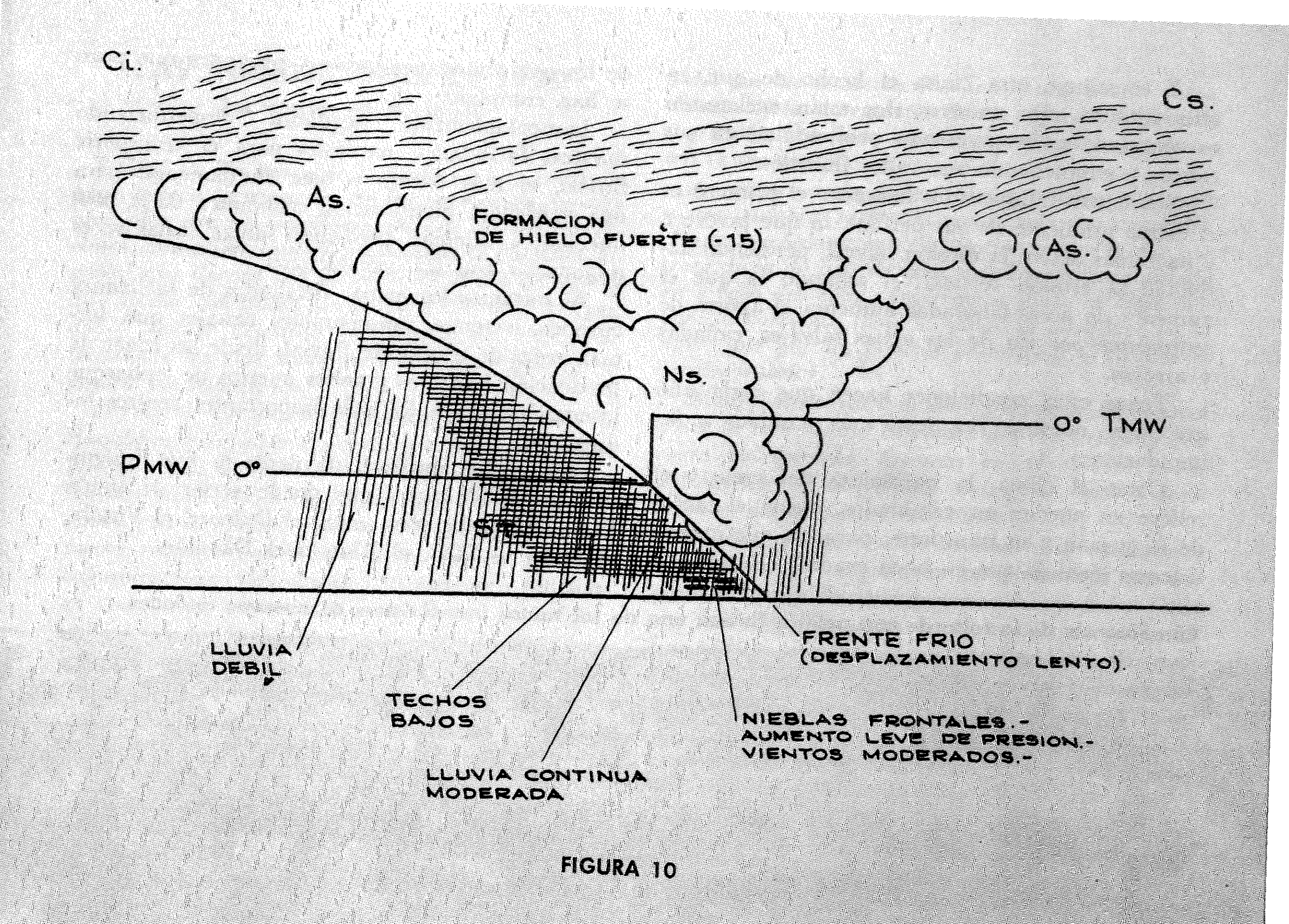


FIGURA 10

hasta que éste se retira, son muy fuertes y rotan desde el sureste al sur suroeste. Esto obliga a las aguas del Río de la Plata a subir considerablemente su nivel, con lo que se forma una barrera para la evacuación de las aguas del río Uruguay, el que, a su vez, aumenta su nivel y obstruye el desagüe de sus afluentes.

Otra causa de las inundaciones es la naturaleza de nuestro subsuelo. En su mayor parte está constituido por rocas poco permeables y con inclinación a los cauces de la cuenca, lo que provoca que las aguas de lluvia se escurran rápidas y en porcentaje muy alto hacia esos cauces, puesto que las capas de absorción son de débil espesor.

Y constituye otra causa el hecho de que en estos últimos años nuestros ríos están acelerando su senectud, están perdiendo profundidad en sus cauces y ensanchando sus valles fluviales.

Sobre esto influyen dos factores: el primero es el escaso gradiente de sus perfiles, lo que favorece y hace más activa la erosión lateral, perdiendo actividad la erosión vertical; el segundo es que el aumento de áreas laboradas aumenta el aporte de sedimentos por vía de las aguas salvajes, cañadas y arroyos.

Todas estas condiciones hacen que cada año que pasa, nuestros ríos sean más sensibles a las inundaciones.

Como el clima, la naturaleza del suelo y el relieve no pueden ser cambiados, queda el factor de la erosión y su transporte, para los que existen sistemas técnicos que en buen grado lo atenúan, y de los que abundan estudios y proyectos que poco se han cumplido.

Lamentablemente seguimos desperdiciando nuestras facilidades naturales para el transporte fluvial, el más barato y base fundamental para una verdadera planificación económica de la producción; y, además, perdiendo sumas varias veces millonarias con las inundaciones.

Si miramos los mapas detallados de la llanura europea, veremos innumerables canales que forman redes de transporte fluvial, desde las zonas de producción hasta los grandes puertos de embarque internacional o a los más importantes centros industriales.

Allí se ha aprovechado desde la más insignificante vía de agua que pueda servir de unión hasta los grandes ríos, como el Dnieper, el Vístula, el Oder, el Elba, el Rhin o el Danubio.

Consecuencia de la falta de una política fluvial: una de las tantas inundaciones de nuestras ciudades.



LAS INUNDACIONES DE 1959

Sus efectos en Paysandú

"Abril 15. En horas de la tarde de hoy continúa agravándose la situación de los barrios sanduceros afectados por las inundaciones. Las lluvias torrenciales continúan ininterrumpidamente. El tren especial que llegara con socorros en el día de ayer y que debía continuar viaje hacia Salto y Artigas, debió quedar detenido en la estación local, por impedirle los ríos Guaviyú y Chapicuy que prosiguiera sus itinerarios.

Paysandú ha quedado aislada del resto de la República y lo mismo sucede con Salto y Artigas. Los ómnibus de ONDA han detenido el tránsito. No hay vuelos. Sólo las líneas ferroviarias de Paysandú con la capital permanecen más o menos en forma regular. También se hacen dificultosas las comunicaciones telefónicas y el telégrafo funciona en una forma sumamente irregular.

Es desolador el aspecto que presenta la vasta zona que rodea al puerto de Paysandú. Las aguas siguen creciendo y continúan su avance hacia el centro de la ciudad. Por la Av. Brasil se encuentran ya sobre el monumento a Artigas que se levanta en el centro de la plaza del mismo nombre. Durante horas navegamos en una chalana por las calles y avenidas de esta capital norteña. Bajo la copiosa lluvia y sorteando toda suerte de correntadas y remolinos, remontamos la Av. Brasil.

Lujosas residencias han convertido sus garajes en amarraderos de lanchas que esperan, balanceándose a impulsos de la correntada. Algunos niños descalzos juegan en el agua. Los faroles del alumbrado público parecen corolas blancas que flotan en el agua. De los árboles sólo se ven las copas.

En esas manzanas la ciudad de Paysandú es sólo una ciudad fantasma. El agua lo cubre todo. Las ventanas, abiertas como órbitas vacías, muestran cuadros de pesadilla. El agua llena los cuartos. Sube por las escaleras. No se oye una voz. A veces, da escalofrío el revoloteo de un pájaro enloquecido que aletea buscando inútilmente un nido que arrastró la corriente.

A nuestro lado pasan ahora botellas flotantes y una culebra retorcida como raíz de algarrobo. Ahora la chalana entra al patio de una iglesia; se trata de la de San Ramón, que ha quedado aislada en medio del agua. Amarramos junto al altar mayor; la corriente llena su atrio, se introduce en la nave, sale por las puertas posteriores y alcanza el jardín interior.

De aquí llegamos a la zona portuaria. Se alcanza a ver la tumultuosa corriente del río Uruguay que corre enloquecida. Estamos en el mismo patio del edificio de la Aduana. Dos pisos enteros desaparecen en la oscura corriente.

No hay pánico en la ciudad. Los sanduceros sólo optan por abandonar pacíficamente sus hogares en busca de otros terrenos más seguros. Cada vez son más frecuentes las caravanas de vehículos haciendo mudanzas. Algunos, más obstinados, permanecen en edificios que tienen tres y cuatro pisos. Un grupo se encuentra en el colegio Don Bosco. Ayer de tarde habían tenido que trasladar todo el moblaje y enseres del colegio al segundo piso; hoy, ya estaban planeando subirlos al tercero.

Aunque en la memoria del pueblo sanducero no han podido borrarse fácilmente las calamidades producidas por las devastadoras crecientes del año 1929 —que llegó a 9 metros 29— así como las de 1941, que alcanzaron a subir 9 metros 62, el presente desnivel de las aguas alcanza un límite impensado: sobrepasó ya los 11 metros.

Es en momentos como éste cuando se piensa en el sabio plan regulador diseñado por el Arq. Julio Vilamajó, donde se incluye la recuperación total de estas vastas zonas inundables mediante la formación de un Parque Fluvial."

(Diario EL DÍA. Enviado especial.)

EL VIENTO PAMPERO

Este viento frío, seco y turbulento, que sopla del tercer cuadrante luego de haber pasado por el país un frente frío, lleva su nombre porque en su trayectoria ha cruzado las pampas argentinas. Indudablemente tiene su relación con esas masas de aire antárticas que han rebasado la franja de los ciclones del gran frente polar y que ya hemos descrito en el tema anterior.

Cuando ese fenómeno se produce sobre el Pacífico Sur y las masas de aire atraviesan la cordillera andina a latitudes como la de Puerto Montt en Chile, pierden gran parte de su humedad del lado chileno, y pasan secas y frías al territorio argentino. Al continuar su trayectoria a través de la Pampa, adquieren una ligera elevación de temperatura que las torna más secas aun, y es en esas condiciones que hacen irrupción en forma violenta en nuestro país, llevándose los vestigios de la nubosidad característica del frente.

De ahí es que provienen las designaciones populares de *pampero limpio* para éste y la de *pampero sucio* para el descrito anteriormente, con su irrupción por el Sur, y con sus consabidos chaparrones.

BRISA DE MAR O VIRAZON

Este fenómeno climático de nuestras costas no es representativo de los estados atmosféricos que causan daños; muy por el contrario, es el que hace feliz a los que sufren el calor de nuestro verano. Se produce porque durante las horas de insolación con buen tiempo, y sobre todo en verano, la franja de la costa constituida por rocas y arenas, eleva mucho más su temperatura que las aguas del mar; como consecuencia, el aire que está en contacto con esa franja se calienta y asciende, dejando un déficit en la superficie, que es restituido por el aire más fresco y húmedo que está en contacto con las aguas. Pero, a su vez, el aire superficial del mar que se traslada hacia la tierra deja también su déficit, restituido por el aire de niveles más altos, estableciéndose de esa forma, un circuito cerrado a lo largo de la costa.

El ancho de la franja costera afectada por la brisa de mar no sobrepasa unos pocos kilómetros, tanto en tierra como en el mar. La velocidad, dentro de ciertos límites que generalmente no sobrepasa los 36 km por hora, se siente con mayor intensidad hacia las costas oceánicas del Este, en tanto que disminuye hacia el Oeste. Esto se explica porque la mayor masa de agua del océano hace que la diferencia de temperaturas entre mar y tierra sea también mayor.

Durante la noche el movimiento del aire en el circuito que se forma se produce en sentido inverso, puesto que al ser las rocas de la costa mejores reflectores de calor que el mar, se enfrían más rápidamente, y a eso de la media noche, luego de haberse producido cierto equilibrio en las temperaturas —y, como consecuencia, una calma de la brisa—, el circuito comienza a funcionar, pero en sentido inverso; se produce entonces la brisa de tierra.

Es ese cambio lo que ha originado el nombre de *virazón* a la brisa de mar.

Si la brisa de mar se produce con buen tiempo y sobre todo en verano es porque, si el campo isobárico se altera por una depresión barométrica o por la proximidad de una perturbación, el débil gradiente que origina este viento queda anulado por una fuerza mayor en lo que se refiere a gradientes de presión, o, por el contrario, el campo isobárico favorece la corriente de aire en el sentido de la brisa y el viento entonces adquiere

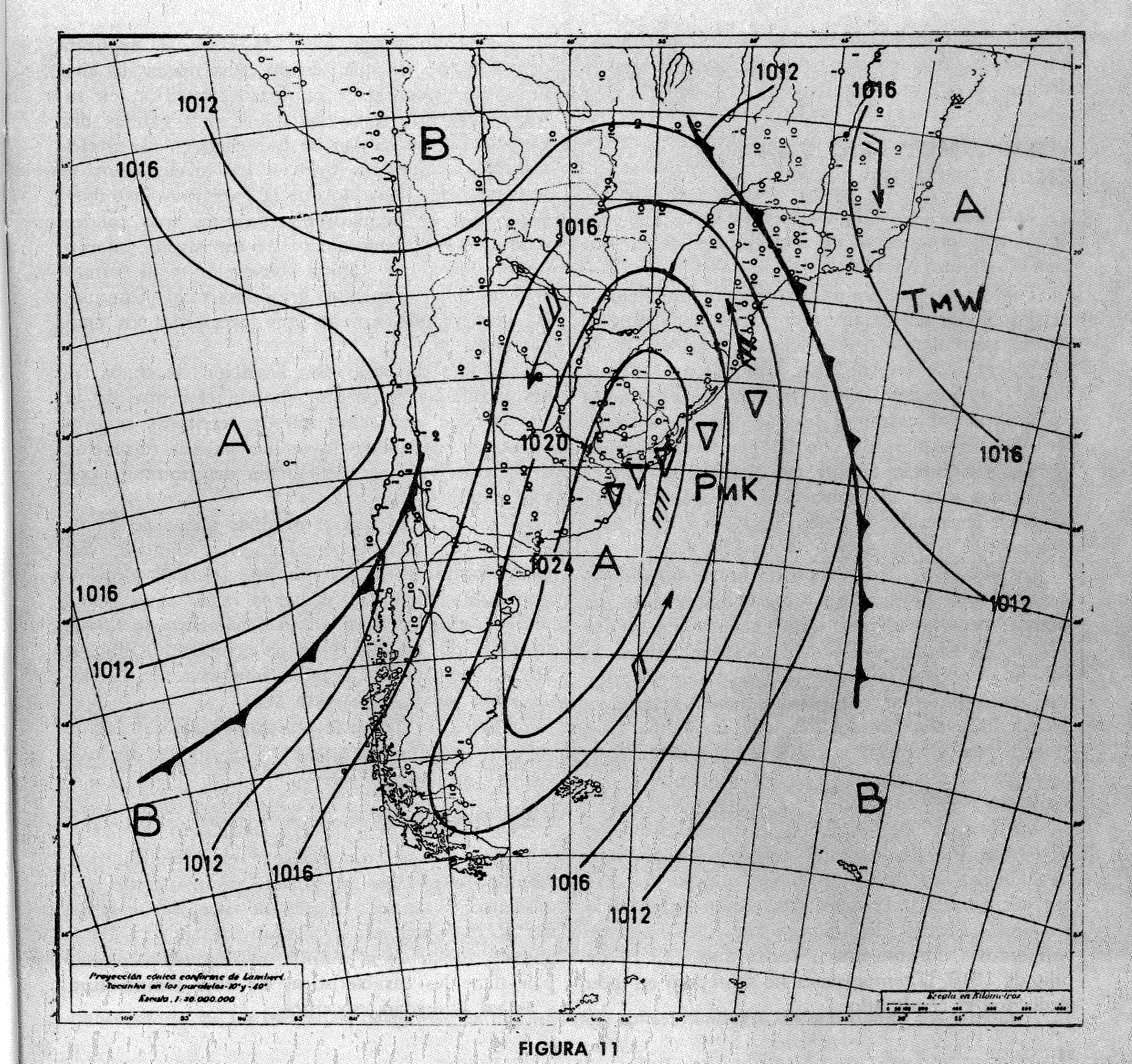


FIGURA 11

velocidades que pasan de los 50 km por hora; entonces sí, ésta se hace peligrosa para los que se dedican a deportes náuticos.

TIEMPO MUY FRIO CON CHAPARRONES

Esta situación configura la entrada de una masa de aire procedente de las regiones de la Antártida (figura N° 11).

Parece ser que los centros de los anticiclones del Pacífico y del Atlántico se han situado muy al Norte, permitiendo que irrupciones de masas de aire heladas de la Antártida sobrepasen el Frente Polar y se introduzcan con rapidez hasta latitudes muy bajas, al extremo de que lleguen a Mato Grosso y la Amazonia con temperaturas menores de 8° centígrados, lo que ha ocasionado efectos desastrosos sobre las poblaciones indígenas, habituadas a temperaturas superiores a los 20° en todo el año.

Sobre nuestro país, luego de haber pasado un frente frío, se produce un breve mejoramiento del tiempo; pero horas más tarde, sobre todo en las últimas horas del día, comienza a aumentar la nubosidad; aparecen nubes del tipo cumuliforme que van adquiriendo gran desarrollo vertical y descargando chaparrones de agua muy fría o de granizo menudo, acompañados de ráfagas de viento de cierta consideración, designados en lenguaje marinero como *chubascos*.

La dirección de los vientos es generalmente del sector Sur y la temperatura continúa en descenso hasta llegar a valores muy bajos, aunque siempre por encima del 0°. Es con este estado atmosférico que se han registrado los promedios más bajos de temperatura durante uno o varios días. (El 21 de julio de 1910, la temperatura no sobrepasó en todo el día los 4° centígrados.)

Los chaparrones sobre la costa se explican por el hecho de que, siendo estas masas de aire muy frías y con poca humedad específica, en su breve recorrido sobre las aguas más cálidas del Océano sólo se cargan de humedad en los niveles más bajos, mientras que en los niveles altos se conserva fría y seca, lo que la hace muy inestable. Basta que se desplace por terrenos más cálidos para que el calentamiento de sus niveles inferiores produzca una rápida convección y la formación de esos Cúmulos de gran desarrollo (Cúmulos Congestus) que son los que precipitan los chaparrones.

Después de pasar esta situación de chaparrones y ráfagas de viento, cuando el centro de la alta presión está sobre nuestro territorio, se producen las condiciones favorables para la formación de *heladas,* que a continuación describiremos con más detalle.

Hay veces en que se produce una sucesión de entradas de estas masas de aire y como se van modificando, es decir, van adquiriendo temperatura y humedad mayor que la masa siguiente, se presenta una continuidad de fenómenos de lluvia, seguidos por heladas y luego nuevamente lluvias. De aquí el aforismo popular que advierte: "Helada sobre barro, lluvia otra vez".

Cuando se produce en primavera, este fenómeno atmosférico se convierte en uno de los más dañinos de nuestro clima.

LAS HELADAS

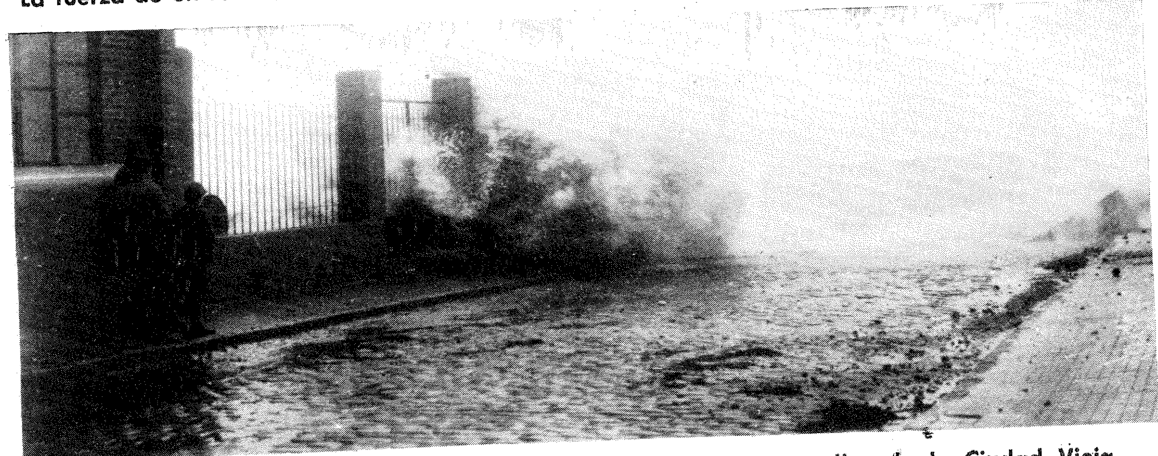
Como vimos al considerar el tema anterior, cuando se produce la entrada de masas de aire antártico, o cuando masas de aire del Pacífico sur se han desplazado previamente por la Patagonia y el sur de la Pampa, ese ingreso a nuestro país tiene las características de baja temperatura y escasa humedad específica.



Consecuencia de los frecuentes desbordes de nuestros ríos: calles inundadas de una ciudad del Interior.



La fuerza de un recordado temporal: oleaje sobre el murallón de la calle Maldonado (julio de 1923).



Otro aspecto del temporal de 1923: las olas llegan hasta las calles de la Ciudad Vieja.

La obra destructora del temporal antes citado: la rambla entre Massini y Pereyra en escombros.

Impresionante rayo caído en la Bahía de Montevideo. (Foto de Eduardo Carmona, de la D. G. de Meteorología).

Irrupción de la turbonada sobre la Bahía de Montevideo.

Base de un enorme cúmulo nimbus que avanza hacia la ciudad desde el sur-oeste.

Oscuridad al mediodía: la calle Sarandí a las 13:05 durante una torme



Banco de niebla sobre el suelo, activada a la salida del sol.

Al dominar nuestro territorio este tipo de masa de aire con un centro de alta presión (Anticiclón Frío), con cielo despejado y viento casi calmo, se produce un enfriamiento rápido del suelo y la temperatura desciende a valores por debajo del 0° centígrado. Es entonces cuando el escaso vapor de agua que contiene el aire junto al suelo pasa de su estado de vapor directamente al estado sólido (sublimación), en forma de pequeñísimos cristales de hielo que se depositan sobre las plantas. Así es cómo se forma la *helada*.

Recapitulando brevemente concluimos que, para que se forme helada, se necesita aire ya frío anteriormente, alta presión con cielo despejado, viento casi nulo, escasa humedad específica y una inversión térmica a poca altura. Esto fue comprobado por el autor en muchas observaciones efectuadas en el Aeródromo Militar "Cap. Boiso Lanza". Estando el campo cubierto de escarcha y con temperaturas por debajo de cero grado, al decolar en un avión munido de un termómetro exterior, observamos que a menos de los 30 metros de altura el termómetro subía a temperaturas por encima de cero grado y que a los 50 metros ya la temperatura era de 2 a 3 grados sobre cero, empezando recién a los 100 ó 150 metros a producirse el descenso por la altura.

Estas observaciones confirman, además, que en nuestro clima las masas de aire no llegan con temperaturas bajo cero y que estos valores de menos de cero son solamente producidos en la capa subyacente por contacto con el suelo enfriado durante la noche, en las condiciones ya explicadas.

No es de extrañar, entonces, que las heladas sean más frecuentes en los inviernos secos que en los inviernos lluviosos.

Precisamente los inviernos que en los registros climatológicos aparecen con el menor número de heladas en el año, son los de 1914 y 1959, que marcaron los "récords" de lluvias.

La mayor frecuencia de días con heladas, por el contrario, la encontraremos en aquellos años de inviernos secos. Es fácilmente recordable, pues no han transcurrido todavía dos años, que en el invierno de 1967, que fue una estación muy poco lluviosa, se produjeron las heladas más intensas que se hayan registrado en nuestro país.

Si las heladas se producen en los meses de junio y julio su acción es benéfica, pues higienizan nuestros campos de cultivo y praderas; pero cuando se forman después de mediados de agosto, sus consecuencias son calamitosas.

Algunos autores que han escrito sobre el tema sostienen que la acción dañina sobre las plantas consiste en la congelación de la savia y la consecuente destrucción de los tejidos jóvenes; otros en cambio opinan que los cristales de hielo, al obrar como prismas, descomponen la luz solar y acentúan en forma excesiva las radiaciones ultravioletas, que serían precisamente los agentes destructores de los tejidos. Esta última tesis es la más moderna y la más aceptable desde un punto de vista científico.

La predicción de las heladas no es muy difícil si se observan las condiciones anteriores del tiempo: viento frío y seco que va calmándose hasta ser casi nulo durante una noche despejada; se siente entonces, sin necesidad de mediciones, el enfriamiento del suelo con una rapidez que no es la normal.

La forma tradicional de combatir los efectos nocivos de la helada es la producción de humo muy cargado de vapor de agua, lo que se obtiene quemando hojarasca o paja húmeda durante las últimas horas de la noche y en especial a la salida del sol. El método moderno consiste en la pulverización de agua en forma de llovizna sobre las plantas, un poco antes de la salida del sol.

ESTRUCTURA DE LAS NUBES DE DESARROLLO VERTICAL CON FORMACIÓN DE GRANIZO.

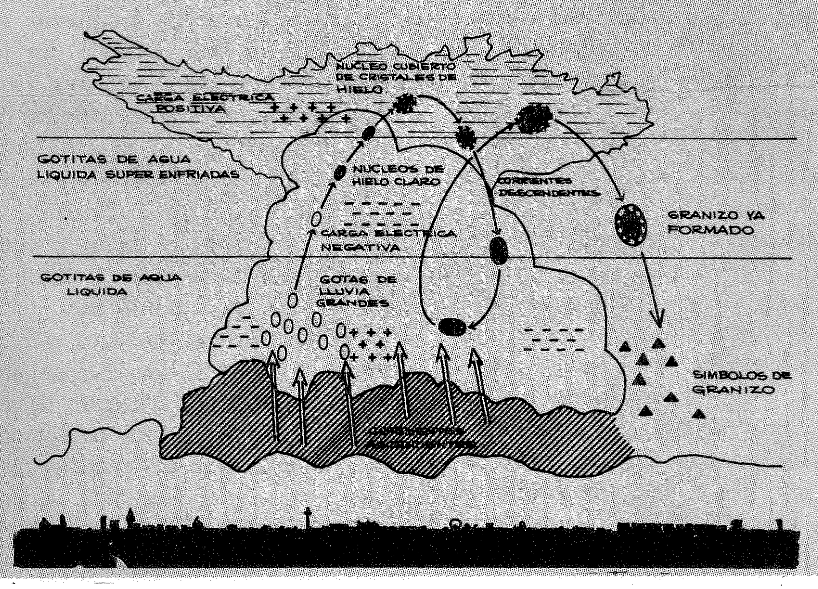


FIGURA 12

EL GRANIZO

Este dañino hidrometeoro se produce, al igual que las turbonadas, cuando pasa un frente frío de rápido desplazamiento y las masas de aire son muy inestables y húmedas, sobre todo la masa tropical.

El granizo se forma dentro de la nube Cúmulo Nimbo (Cb) cuando ésta ha alcanzado un gran desarrollo, en un proceso en el que las gotas de agua de gran tamaño son elevadas por las corrientes ascendentes hasta niveles de temperatura por debajo de cero grado, donde se congelan formando un núcleo de hielo claro. Las gotas congeladas siguen ascendiendo hasta el nivel en que la nube está formada de cristales de hielo microscópicos, que se adhieren a aquéllas formando una capa sobre el núcleo de hielo claro, de color blanco opaco. De ese nivel el granizo desciende hasta que las corrientes ascendentes lo vuelven a elevar y a producirse nueva capa de hielo claro y otra de hielo opaco blanco. Cuanto más poderosas sean esas corrientes ascendentes y descendentes dentro de la nube, más veces se producirá este proceso. Sólo saldrá el granizo de la nube cuando su peso venza la fuerza de las corrientes y sea expulsado por la parte delantera de aquélla.

El número de capas que se observa al partir una piedra de granizo indica la cantidad de veces en que se produjo tal proceso. El físico meteorólogo Humphreys calculó la velocidad de las corrientes ascendentes capaces de sustentar granizos, cuya densidad tomó como 0.7.



Nube de granizo de gran desarrollo vertical, con su parte superior en forma de yunque.

Diámetro del granizo en centímetros	Velocidad para sustentarlo	
2.5	25 M/S	90 K/H
5.1	35 M/S	126 K/H
7.6	49 M/S	176 K/H
10.2	83 M/S	299 K/H

Los granizos caídos en la turbonada del 8 de julio de 1935 debieron de medir aproximadamente 8 centímetros de diámetro, puesto que los observadores les adjudicaron el tamaño de una naranja mediana. Las abolladuras causadas en las carrocerías de los autos y los vidrios rotos de las claraboyas parecen confirmar ese cálculo.

En otras zonas de la Tierra se han registrado granizos catalogados como gigantescos. Refiere Frank W. Lane, en su libro *La Furia de los Elementos,* que en la localidad de Potter, Nebraska, el día 6 de junio de 1928 cayó granizo con piedras del tamaño de un pomelo. Medidas y pesadas, acusaron un peso de 680 gramos y una circunferencia de 43 centímetros, lo que representa un diámetro de casi 14 centímetros. (La tabla de velocidades de sustentación calculada por Humphreys y publicada por la Organización Meteorológica Mundial, no llegó a prever un diámetro semejante.)

Existe otro tipo de granizo, constituido por un solo núcleo de hielo claro: es el granizo menudo, cuyo tamaño es generalmente similar al de un garbanzo. Se forma por grandes gotas de lluvia que, al descender, atraviesan una capa de aire de muy baja temperatura, congelándose y cayendo a tierra sin más proceso.

En la figura Nº 12 se expone el proceso de la formación del granizo en forma esquemática.

Hace algunos años se atribuía la formación del granizo a un fenómeno eléctrico, dado que siempre que hay granizo se producen descargas eléctricas; pero aunque efectivamente existen diferentes cargas entre la parte formada por cristales de hielo de la nube y la parte formada por pequeñas gotas de agua (puede consultarse el esquema de *Introducción a la Meteorología,* de Petterssen), no es ésa la causa de la formación del granizo.

LA GRANIZADA DE JULIO DE 1935

Entrevista al profesor Elzear Giuffra

"La Mañana", 9 de julio de 1935

"Es una de las granizadas más grandes y perjudiciales de cuantas han caído en el país. He medido anoche piedras de casi seis centímetros de diámetro y según se me informa, igual tamaño fue comprobado en la localidad del Cerro. Recuerdo a este respecto que en el Observatorio de la Universidad medí, en 1929, una granizada de igual diámetro; pero entonces su duración fue mucho más breve.

—¿Cuánto duró el fenómeno?

—En Pocitos, donde el meteoro comenzó con granos pequeños, no cesó durante unos doce minutos a un cuarto de hora. Si hubiera sido más nutrido, hubiera tomado características de un verdadero desastre.

—¿Recuerda una granizada más perjudicial?

—Los anales meteorológicos nos hablan de una caída en 1908, con piedras de 5 a 6 centímetros, y el Prof. Morandi nos ha descripto otra del mes de junio de 1891, cuyo grano alcanzó el tamaño de un huevo de gallina.

—¿A qué se deben las granizadas?

—La granizada, cualquiera sea su origen, acompaña siempre un estado de anormalidad atmosférica. Sin anormalidad —ya lo he dicho en un estudio en 1933— no hay granizada. Su origen, eléctrico casi siempre, está en nuestro país, al menos, vinculado a los fenómenos de la circulación general de la atmósfera y a las llamadas tormentas de calor. (1)

Ambas clases pueden identificarse con las variaciones bruscas de la temperatura y de la presión y también con el cambio rápido de masas de aire polar y tropical.

—Observamos que Ud. ha hecho un dibujo de una de las piedras.

—En efecto, son datos para mi archivo particular. Vean la forma cónica que afectan algunas. (2)

—¿Puede predecirse el granizo?

—Al abandonar la Dirección Interina del Observatorio Nacional, dejé planeada la forma como debiéramos estudiar en nuestro país esta clase de meteoros, siguiendo las indicaciones que entonces me hiciera personalmente el Dr. Dauzère, Director del Observatorio del Pic du Midi, en ocasión de un viaje a Europa en 1932; pero ignoro si se lleva a cabo la prosecución de ese estudio, o si se ha obtenido algún resultado. Según ese técnico francés, hay un vínculo estrecho entre las características geológicas y la caída del granizo. Si esto se cumpliera en el Uruguay, por lo menos se sabría cuáles serían los terrenos aptos o no, para recibir el meteoro. (3)

—El Uruguay —concluyó diciéndonos— es uno de los países más castigados por el granizo.

Los desastres que en la ganadería y agricultura ocasionan estas piedras caídas del cielo, son suficientes para que el gobierno y los hombres de ciencia dediquen a los problemas que derivan de las granizadas, una particular atención."

NOTAS: (1) Es preciso aclarar que la explicación dada por el profesor E. Giuffra al atribuir el granizo a un fenómeno eléctrico, se debe a que en esa época tal era la idea general de su origen; pero posteriormente se demostró que el granizo es producido por un proceso mecánico dentro de nubes que también producen descargas eléctricas.

(2) La forma cónica o de pera es la que adquiere el granizo al continuar los sucesivos envolventes la forma del núcleo inicial, la gota de agua.

(3) El método planteado por el profesor Giuffra para estudiar las zonas afectadas con mayor frecuencia por este meteoro es ágil y sencillo. Consiste en unas tarjetas con círculos de diferentes diámetros impresas en un lado: en el otro, la dirección del Servicio Meteorológico y un espacio para indicar lugar, fecha y hora. Estas tarjetas debían circular libres de franqueo. Repartidas entre los encargados de las estaciones pluviométricas, comisarías, escuelas, etc., éstos no tenían otro trabajo que comparar las piedras de granizo con los círculos impresos, llenar con un rayado el círculo más aproximado a su tamaño y luego poner la tarjeta en el correo. Como mínimo resultado, este método serviría para poder ajustar adecuadamente las primas por seguros contra el granizo.

LAS NIEBLAS

La niebla es un producto de la condensación del vapor de agua en las capas de aire en contacto con el suelo. Como esta condensación se hace sobre núcleos que flotan en la atmósfera (partículas microscópicas de cloruro de sodio, o de trióxido de sulfuro), las nieblas son más abundantes y más espesas en las costas de mar y en las grandes zonas industriales.

Por la forma en que se originan, por sus características, por su intensidad y duración, las nieblas se clasifican de diferentes maneras.

NIEBLAS DE RADIACION

En nuestro clima estas nieblas se originan preferentemente en invierno, aunque también se producen, con menos frecuencia, en otoño y primavera.

Durante la noche el calor es irradiado de la Tierra hacia el espacio, lo que motiva el enfriamiento del suelo y del aire en las capas contiguas a éste. Dicho enfriamiento reduce la capacidad del aire para contener vapor de agua, el cual se condensa en forma de pequeñísimas gotas de agua cuyo diámetro oscila entre 15 y 20 micrones. Estas gotitas de agua, de las que caben millones en un centímetro cúbico, son las que obstruyen la visibilidad, al extremo de que en nuestro clima han llegado a reducirla a límites menores de 50 metros.

Para que este fenómeno ocurra es necesario que la masa de aire dominante reúna determinadas condiciones:

1º) que exista una inversión térmica a poca altura; es decir que la temperatura, en lugar de ir disminuyendo con la altura, se estacione o aumente algo;

2º) que la masa de aire dominante sea Polar Marítima, fría y húmeda, y se mantenga estacionada;

3º) que el cielo durante la noche esté despejado, a efectos de no detener el enfriamiento nocturno del suelo;

4º) que el viento sea casi nulo.

Este tipo de niebla se activa mucho a la salida del sol, porque los rayos ultravioletas activan los núcleos de condensación. En las horas próximas al mediodía el calentamiento mayor las comienza a disipar y entonces se observa primero el cielo azul, sobre la vertical.

NIEBLAS DE ADVECCION

Éstas se producen cuando el aire frío y húmedo —que nos llega del Atlántico por razón del gradiente isobárico y cuya humedad llega a los límites de la saturación— encuentra el territorio más frío que el mar. Es entonces cuando comienzan las condensaciones, sea en forma de nubes muy bajas del tipo Estrato, sea en forma de bancos de niebla que se van convirtiendo, al penetrar más al interior, en una verdadera niebla densa.

Su intensidad y su duración son muy variables, pues dependen del movimiento de la masa de aire que está actuando y de que la evaporación del océano sea intensa o débil.

En nuestro clima estas nieblas son bastante frecuentes y continuadas, como sucedió en los años 1948 y 1949, en los que perturbaron la actividad aeronáutica por casi 15 días seguidos. Se presentan a cualquier hora del día, aunque preferentemente al atardecer y con vientos de relativa intensidad.



Un barco aparece sorpresivamente, emergiendo de un banco de niebla. (Foto de Raúl Praderi).

NIEBLAS FRONTALES

También son estas nieblas habituales en nuestro clima. Su formación se debe al pasaje de un frente frío de movimiento lento, en el que las masas de aire, sobre todo la polar, son muy estables.

Habiendo estado el territorio sometido a la influencia de una masa tropical, el suelo se encuentra caliente; la lluvia provocada por el pasaje del frente frío cae sobre esa tierra caliente y activa la evaporación. Pero como el aire polar tiene poca capacidad para contener vapor de agua, éste se condensa y forma una niebla (ver esquema en figura N° 9).

En algunas oportunidades ocurre la conjunción de condiciones propicias para la producción de nieblas *advectivas* y *frontales;* es entonces cuando ellas tienen una más larga duración.

Si analizamos las estadísticas climatológicas de nuestro país en lo que se refiere a nieblas, veremos que las localidades del norte acusan menor número de días con nieblas en el año que las localidades del sur.

Aunque las estadísticas publicadas no definen a qué tipo pertenecen unas y otras, es dable suponer que en el Norte se produzcan más las del tipo de *radiación,* porque en general hay más noches despejadas que en el Sur. En cambio deben ser las del tipo *advectivo* las que prevalecen en el Sur.

De una publicación de la Revista Meteorológica extraemos una sinopsis anual para los departamentos de Artigas, Montevideo y Maldonado.

DÍAS CON NIEBLA			
Año	Artigas	Montevideo	Maldonado (P. del Este)
1944	4	38	27
1945	2	27	25
1946	10	28	26
1947	7	24	20
1948	9	30	26
1949	14	33	22
1950	7	18	26
1951	13	12	9
1952	15	19	24
1953	15	27	22
1954	14	28	15
1955	21	22	24
1956	18	26	19

Este fenómeno causa ingentes pérdidas en las actividades aeronáuticas, marítimas y turísticas, ya sea por la perturbación que ocasiona en el cumplimiento de los itinerarios, obligando a largas y costosas esperas en puertos y aeropuertos, ya por el peor de sus efectos, vale decir, cuando por la niebla se producen siniestros en los transportes, tanto aéreos como marítimos y terrestres.

Los técnicos tratan afanosamente de conseguir que la niebla no sea más un obstáculo en la navegación; día a día aparecen renovados o nuevos sistemas para eliminar el peligro que ocasiona este meteoro, tanto en los procedimientos de aterrizaje en los aeropuertos como en las rutas de mar y tierra. Se han inventado y perfeccionado muchos sistemas, electrónicos, luminosos y sonoros; pero aún no se ha llegado a la eliminación total del peligro que representa la restricción de la visibilidad a menos de pocos centenares de metros. En la actividad agraria, especialmente sobre viñedos y frutales, también puede provocar daños de consideración, más acusados en determinados meses del año.

LAS SEQUIAS EN EL URUGUAY

Veamos en la Carta Sinóptica de la figura N° 13 una situación típica de un período de tiempo seco en nuestro país.

En esta situación, las masas de aire aportadas por los anticiclones del Pacífico y del Atlántico se mueven con mucha lentitud y mantienen un casi perfecto equilibrio en lo que respecta a la presión en superficie; las corrientes de aire debidas a la rotación anticiclónica de las masas son débiles, porque el gradiente isobárico es pequeño.

Esto se debe a que los centros de los dos grandes anticiclones se mantienen a la misma latitud y con sus ejes en posición casi vertical, lo que produce que la circulación atmosférica descrita en la figura N° 1 presente un índice de normalidad.

De esta manera las masas de aire del Pacífico, en su desplazamiento hacia el Este, hacen su pasaje a través de la parte más alta y continua de la Cordillera Andina, dejando su humedad del lado occidental de esa barrera y descendiendo más cálidas y secas hacia el lado oriental. (Este fenómeno es conocido como "Föehn", calentamiento del aire por compresión adiabática.)

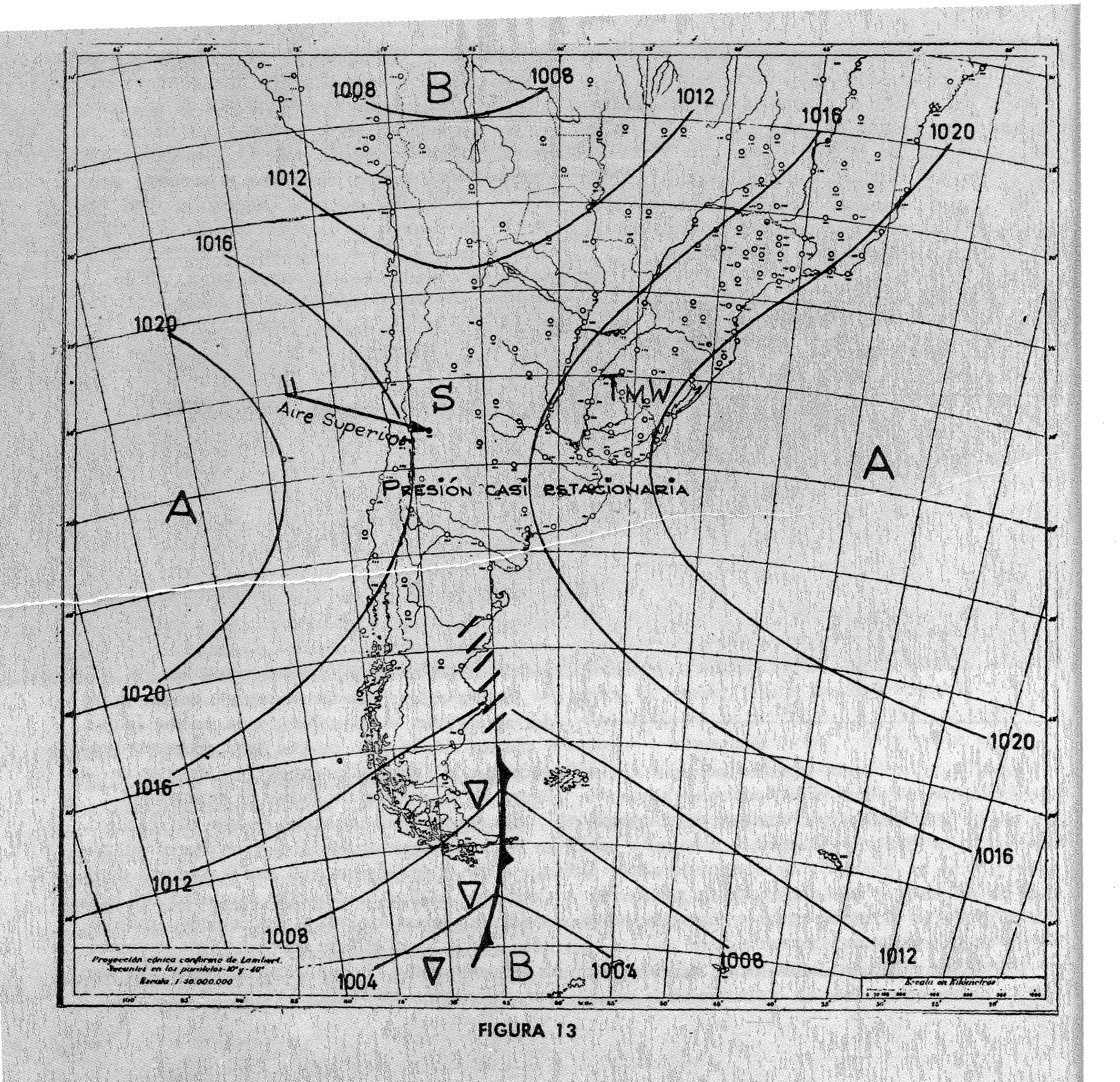


FIGURA 13

Es por ello que, aunque las corrientes de aire se encuentren circulando con sentidos contrarios y creando una situación de *frontogénesis,* lo que se pueda originar en esas condiciones no presenta actividad suficiente como para provocar lluvias de consideración; solamente se forman tipos de nubes medias y altas de escaso espesor. Lo más común es el cambio en la dirección del viento y algún descenso de humedad; pero poco cambio de temperatura.

Si esta situación persiste por muchos días seguidos, el país sufre los efectos de una sequía que se traducen fundamentalmente en sensibles mermas en su producción.

Los daños que causa este tipo de fenómeno, sin duda menos espectacular que las *turbonadas* y los *temporales,* no llegan tanto al conocimiento popular como los provocados por estos últimos; pero las pérdidas en la economía nacional son a veces mucho mayores.

En un país en el que los sistemas de presas para reservas de agua y la canalización de ríos y arroyos son casi nulos, o simplemente inexistentes, y en el que la capa de absorción del suelo es muy delgada, esta combinación de circunstancias es desastrosa: el agua de lluvia se escurre por sobre las rocas casi impermeables del subsuelo y las capas de suelo fértil quedan secas en pocos días.

Hay zonas del país que sufren los estragos de la sequía apenas pasan más de 15 días sin lluvias en los meses de verano.

En el período que va de 1914 a 1962, la frecuencia media anual de días de lluvia en nuestro país oscila entre 70 y 100 días y la cantidad anual de agua precipitada es, promedialmente, de 1.070 litros por metro cuadrado. Si ese régimen normal se altera en una estación o año, el país sufre la sequía o las inundaciones.

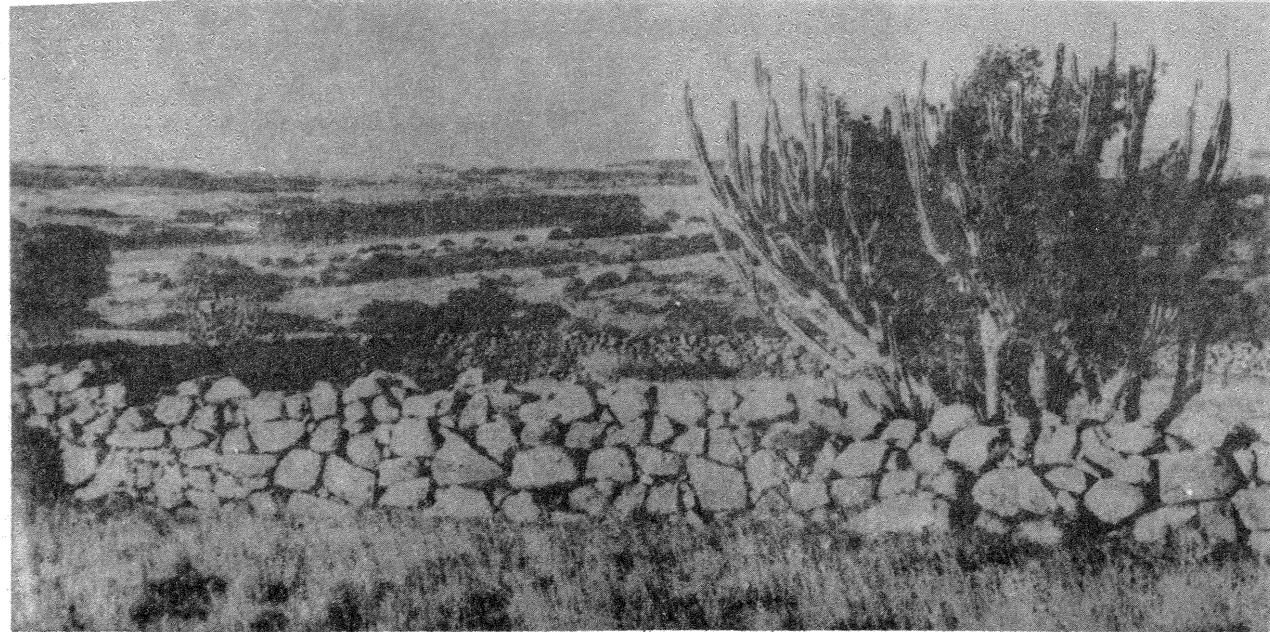
No es necesario insistir, por ser ya muy conocidos, en los daños enormes que ocasionan las sequías prolongadas en los principales renglones del agro. Animales y plantas se van deshidratando hasta sucumbir, las pérdidas materiales se acumulan y cunde la desazón en los pequeños y sacrificados productores rurales. Haremos en cambio especial referencia a otros efectos ocasionados por sequías en primavera y verano, cuyo alcance, por no ser estadificado y divulgado, no conocemos con precisión, aunque sí sabemos de sus daños. Son los que se producen por el estancamiento de las aguas de cañadas y pequeños arroyos, donde proliferan las larvas de millones de insectos, vehículos transportadores de plagas y pestes.

Durante estos períodos también se producen estados ambientales de calores con baja presión, lo que hace que el rendimiento laboral disminuya hasta en un 20 o un 30 por ciento. En cambio aumentan los accidentes de trabajo provocados por olvidos, distracciones o lentitud en las reacciones.

En los períodos de sequía el aire tiene muy poca humedad y por lo tanto se hace más transparente a las radiaciones solares, con lo que aumenta la cantidad de calorías que reciben el suelo y los cuerpos expuestos al sol. Ésta es la razón por la cual la deshidratación se acelera hasta provocar la muerte en los seres humanos y en los animales y que conocemos bajo el nombre de "insolación".

Consideramos de interés para el lector un relato del Dr. Clarence Mills sobre la muerte de un caballo ocurrida en la época de su adolescencia cuando vivía en una granja.

"...Cuando el sistema de evaporación del cuer-
" po no alcanza a cubrir las necesidades del mis-
" mo y permite la acumulación de calor en los te-
" jidos, se produce el temido golpe de calor. Tengo
" el recuerdo de mi primera experiencia en tal sen-
" tido (pues el golpe de calor se produce en los



Cactus entre pastizales resecos: una vegetación que el régimen pluviométrico del país no justifica.

" animales igual que en el hombre) ocurrida en " Dakota durante la cosecha, donde yo también " trabajaba a la edad de 16 años: la víctima fue " un caballo de mucho valor y que quería mucho, " por lo que su muerte me afligió profundamente.

"Se llamaba Tom y era un hermoso caballo de " tiro, brioso y vivaz, que daba gusto verlo en el " camino; pero durante la semana de mayor activi- " dad en la cosecha hubo que uncirlo transitoria- " mente al carro colector, junto a los cinco que " componían el grupo, en sustitución de una yegua " enferma. Eso sucedía en la época en que todavía " no estaban en uso los tractores y otras formas me- " cánicas de proveer energía; entonces, caballos de " fuerza significaban realmente caballos. Durante " toda la mañana, Tom estuvo a la cabeza de sus " compañeros, incitándolos a apurar el paso; aque- " lla penosa lentitud lo exasperaba. Alrededor de " las diez dejó de sudar y una hora después, de " pronto, empezó a tambalearse al rayo del sol. " Su dueño, que manejaba el carro, lo había es- " tado observando toda la mañana, tratando de " sujetarlo. Había reparado que la piel lustrosa de " Tom se había secado y el animal había empe- " zado a disminuir su vitalidad, hasta que cayó en " colapso. Al primer trastabilleo Tom fue desen- " ganchado y se le quitaron los arneses, pero cinco " minutos después estaba tendido en el suelo y " transcurrida otra media hora, había muerto. El " golpe de calor que había matado al animal fa- " vorito y al más inteligente y voluntarioso de los " servidores de la granja, destrozó los corazones del " granjero y la esposa; pasaron muchos días antes " de que volvieran a sonreír de nuevo. En esa épo- " ca yo sabía muy poco de los procesos fisioló- " gicos que determinan el golpe de calor; pero la " experiencia en casos humanos en los años que si- " guieron, me han enseñado que la vida de Tom " se podría haber salvado si lo hubieran sumergido " en un estanque de agua fría para bajar la fiebre " de su cuerpo; pero cayó al suelo a media milla " de la fuente de agua más próxima. Volcamos " lo poco que teníamos en nuestros cacharros sobre " su cabeza y su cuerpo, pero no fue bastante."

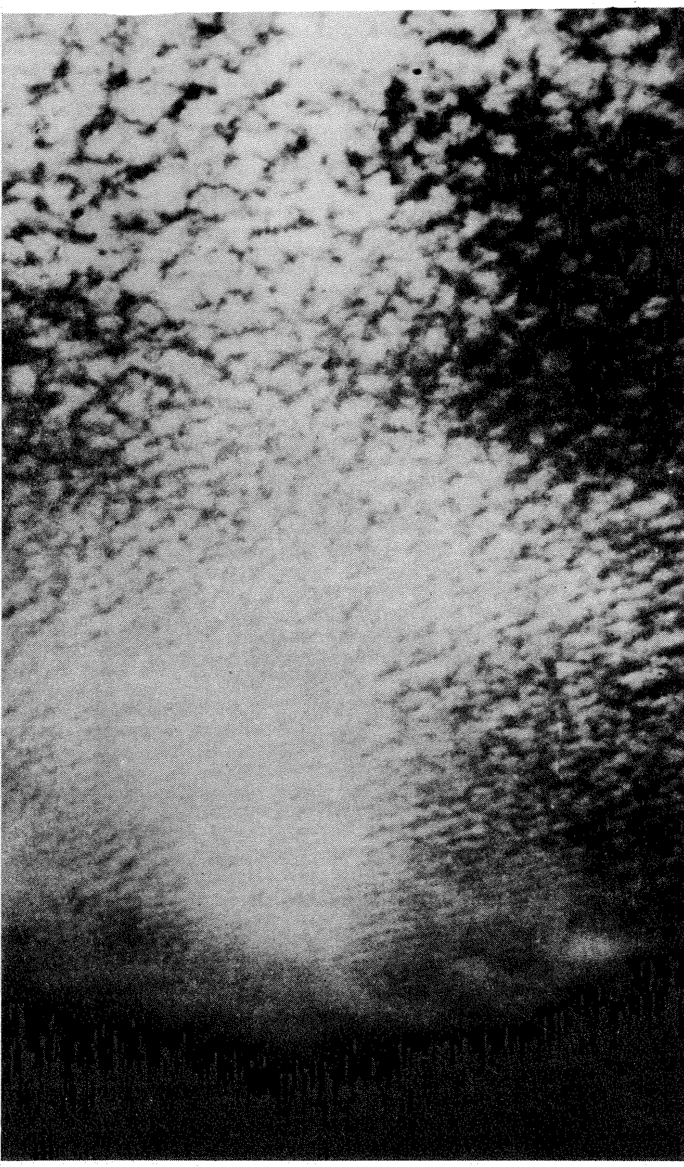
LAS NUBES

Las nubes, esas pequeñas o enormes masas de sustancia acuosa que flotan en el aire de la atmósfera baja (Tropósfera), son la consecuencia de un proceso físico natural que ocurre entre la superficie de la Tierra y una altura promedial de 10 quilómetros en las zonas polares y de 20 quilómetros en las zonas tropicales.

Partiendo del punto en que el agua en estado líquido pasa al estado gaseoso, este gas, llamado vapor de agua, se mezcla con el gas aire en proporciones variables y que alteran las condiciones físicas de éste, tales como la densidad, el poder de absorción de las radiaciones solares, el calor específico, la conductibilidad, etc. La cantidad de vapor de agua admisible en esa mezcla tiene fijados sus límites máximos, de acuerdo con la temperatura y la presión, es decir que para cada temperatura y presión del aire hay un valor máximo de vapor de agua, para que el aire quede saturado. A la cantidad de vapor de agua —medida en gramos— necesaria para saturar un quilogramo de aire seco, se le llama *relación de mezcla de saturación*. El siguiente ejemplo es perfectamente aclaratorio: un quilogramo de aire seco a 20° de temperatura y una presión de 1000 milibares se satura con la mezcla de 15 gramos de vapor de agua, quedando su humedad relativa en el 100 %; en cambio si el quilogramo de aire seco tuviera cero grado de temperatura e igual presión que en el ejemplo anterior, sólo necesitaría una mezcla de aproximadamente 4,7 gramos para saturarlo y para que su humedad relativa llegue al 100 %.



Espectáculo demasiado frecuente: incendio en campos resecos.



Se anuncia la proximidad de una perturbación: altos cúmulos invaden el cielo desde los sectores del Oeste.

El valor de la relación de mezcla de saturación es muy importante en los fenómenos meteorológicos, puesto que del mismo depende el espesor de las capas de nubes y la cantidad de energía liberada en el proceso de condensación. (Un gramo de agua insume 590 calorías al evaporarse; un gramo de agua, al condensarse, libera 590 calorías.)

Cuando el aire húmedo comienza a enfriarse, va perdiendo su capacidad de contener vapor de agua, hasta que al llegar a determinada temperatura (temperatura de punto de rocío), se satura. Si continúa enfriándose, el excedente de vapor de agua pasa nuevamente a su estado líquido (condensación) y si el enfriamiento continúa a temperaturas muy por debajo de 0° centígrado, entonces se produce el pasaje de estado gaseoso al estado sólido (sublimación). La condensación y la sublimación se efectúan en la atmósfera sobre los núcleos higroscópicos, o más comúnmente núcleos de condensación. Son éstos partículas microscópicas de cloruro de sodio, o de trióxidos de sulfuro, sustancias ávidas de agua y cuyas fuentes permanentes son el mar y los volcanes en actividad. Tanto la condensación como la sublimación se hacen sobre esos núcleos, en forma de minúsculas gotas de agua o de cristalitos de hielo respectivamente. El diámetro promedial de las gotitas varía entre 15 y 40 micrones (milésimas de milímetro). Las más grandes se forman a menor altura y en algunos tipos de nubes son mayores aun.

Si el aire mezclado con vapor de agua (aire húmedo) se eleva, sea por calentamiento en superficie o porque encuentra una montaña y la remonta, o porque otra masa de aire más fría se introduce por debajo haciéndolo subir, ese aire se enfría por expansión adiabática y cuando llega a la *temperatura de punto de rocío,* es decir, cuando está saturado, comienza a formar nubes, cuyo tipo

Los cirros densos y en bandas son signos inequívocos de una gran inestabilidad en la atmósfera.

depende de las condiciones de estabilidad o inestabilidad de la masa en que asciende.

CLASIFICACION DE LAS NUBES

La clasificación internacional de las nubes se hace en base a dos formas fundamentales y a las alturas en que se han formado.

Esas formas son *Estratiforme,* capa uniforme distendida horizontalmente y *Cumuliforme,* masa aislada de aspecto globular, que se expande hacia arriba.

Luego de esta división por formas primarias, hay múltiples variedades intermedias que forman los géneros.

Las alturas determinan a su vez una distribución en Familias, a saber:

Masas de cúmulos potentes debajo de un cielo cubierto de nimbos estratos.



Estado de lluvia. Se observan altos estratos asociados a altos cúmulos.

Altas, formadas exclusivamente de cristales de hielo, cuyos niveles inferiores se encuentran, a los 45° de latitud, a aproximadamente 6000 metros.

Medias: están constituidas por gotitas de agua que conservan su estado líquido a pesar de que su temperatura sea menor de 0°; su nivel medio inferior es de 2500 metros.

Bajas, constituidas por pequeñísimas partículas de agua en estado líquido; su nivel inferior puede ser el suelo.

De desarrollo vertical: cuando alcanzan gran desarrollo están constituidas en forma mixta, es decir, por gotitas líquidas, líquidas sobre-enfriadas y cristales de hielo. (Ver figura 12).

CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE NUBES

Familia	Género	Abreviatura
Altas	Cirrus Cirrocumulus Cirrostratus	Ci Cc Cs
Medias	Altoscumulus Altostratus	Ac As
Bajas	Stratocumulus Stratus Nimbostratus	Sc St Ns
De desarrollo vertical	Cumulus Cumulonimbus	Cu Cb



Nubes cumuliformes de gran desarrollo vertical.

Esta clasificación, que data de hace más de 150 años y que luego sufrió transformaciones, se ha hecho desde el punto de vista de las formas, tal como éstas se ofrecen a un observador en tierra; pero en realidad los meteorólogos también tienen en cuenta su evolución, o sea el proceso genético de las nubes. En ese proceso evolutivo tenemos, por ejemplo, primero la aparición de un Cirrostrato, que más tarde es un Altostrato y termina por ser un Nimbostrato.

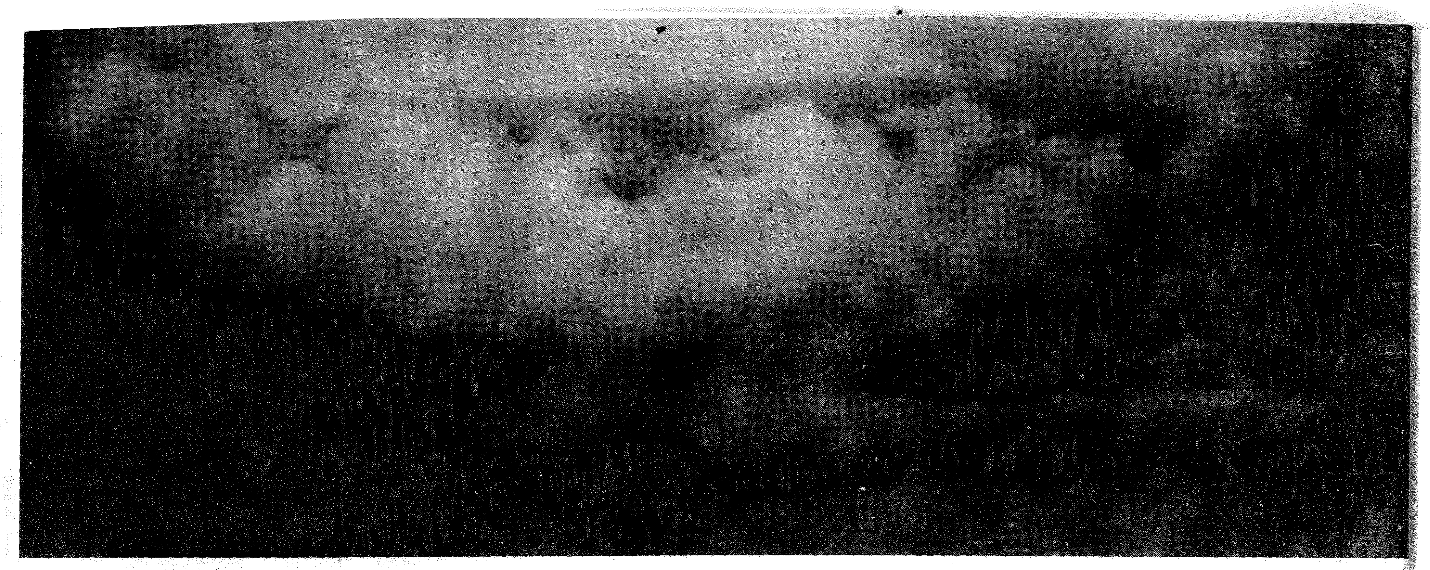
En nuestro clima los valores promediales de cielo cubierto son más acentuados en los departamentos del Sur.

Eligiendo dos departamentos de latitudes extremas, Artigas y Montevideo, encontramos —tomando el valor 10 para el cielo totalmente cubierto y 0 para el cielo totalmente despejado— que el promedio anual en diez años, es de 4.2 para Artigas y de 5.3 para Montevideo.

Esto concuerda con los valores del cuadro en que expusimos los días de nieblas en ambas localidades.

Las nubes más bajas en nuestro clima (St), excepción hecha de las nieblas, provienen del sector Sur al Este; las más altas (Ci) del sector del Oeste.

Cielo cubierto de nimbos estratos con cúmulos y estratos cúmulos por debajo. (Condiciones de lluvia.)



POR QUE PRECIPITAN O NO PRECIPITAN ALGUNAS NUBES

Es corriente observar que hay nubes que precipitan lluvia o nieve y otras que no precipitan Este fenómeno se debe al hecho de que las gotitas de agua se encuentran en las masas de nubes como en un estado de suspensión coloidal, de agua en el aire. Según Bergerón, cuando esas pequeñas gotas se mantienen con carga eléctrica uniforme, igual peso, temperatura y movimiento uniformes en los elementos, la estabilidad coloidal no se altera.

En estas condiciones la nube no precipita; pero si se modifica una de esas condiciones se produce la coalescencia o adherencia entre las gotitas, formándose una gota mayor que, por su peso, rompe el equilibrio coloidal de la nube y ésta precipita.

El propio Bergerón expuso una teoría, luego confirmada, acerca de la ruptura de la estabilidad coloidal de las nubes; su agente es la coexistencia de gotitas de agua con cristales de hielo, a temperaturas menores que la de congelación. Se produce allí una rápida condensación sobre los cristales y evaporación en las gotitas, lo que cambia la uniformidad de los elementos. La teoría concuerda con las precipitaciones de los Cúmulos Nimbos, Altos Estratos y Nimbos Estratos, nubes cuyo desarrollo vertical en la primera y gran espesor en las segundas, hacen que a determinado nivel, existan cristales de hielo mezclados con gotitas sobreenfriadas.

Posteriormente se observó que en las masas de aire polares muy frías, en las que el gradiente vertical de temperatura es muy fuerte, se rompe también el equilibrio y nubes sin gran espesor precipitan, como el caso de los Estratos en las regiones subpolares.

La difusión de estas teorías permitió al hombre cumplir uno de sus más antiguos proyectos, hasta entonces rodeados de meros amagos de hechicería: la producción de lluvia artificial, que se obtiene regando las capas de nubes con hielo seco pulverizado.

La lluvia artificial sólo da resultados económicos en los casos en que espesos cuerpos de nubes pasen por una zona, sin que se rompa el equilibrio; pero no hay que olvidar que un metro cúbico de nube apenas produce de uno a cinco gramos de agua.

EL CLIMA Y LAS ACTIVIDADES HUMANAS

METEOROLOGIA Y AVIACION

En este subtema se analizará en particular la influencia que un acabado conocimiento de los fenómenos que integran el clima ejerce sobre la organización de uno de los más importantes aspectos de la vida del hombre de hoy: el transporte aéreo.

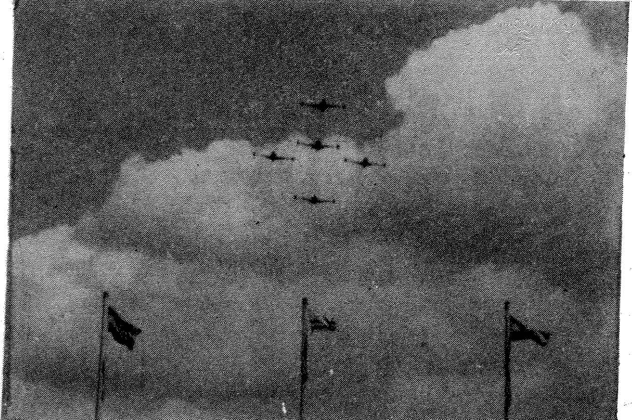
No se trata de una elección caprichosa la de este ejemplo de influencia del clima sobre las actividades humanas. Por vocación y por profesión, el autor se ha especializado en el estudio de la meteorología y sus relaciones con la aviación. Pero además considera que una actividad tan integrada a la vida común como es la aeronavegación puede despertar, por natural adhesión, el interés del lector acerca de la meteorología aplicada a aquélla, pues no se concibe el desarrollo de vías aéreas regulares y seguras sin una organización indicadora y previsora del tiempo adaptada a esos fines.

La importancia de la Meteorología en la navegación aérea es de tal entidad que entre los primeros temas del Convenio de Chicago, celebrado en 1944 para establecer una organización que contemplara integralmente los problemas de la aviación comercial internacional, se trató el de la protección meteorológica.

Como consecuencia, cuatro años después el Consejo de la Organización de Aviación Civil Internacional (O. A. C. I.) adoptó, de conformidad con el art. 37 del Convenio, las *Normas y Métodos Recomendados,* relacionados con la Meteorología, como Anexo 3 al citado Convenio.

Consta el Anexo 3 de un capítulo dedicado a las definiciones, a efectos de que no existan confusiones en el léxico empleado.

En esas definiciones aparecen términos, frases o siglas que pueden parecer incomprensibles, pero que encierran importantísimos informes o conceptos.



Tomemos por ejemplo la palabra "SIGMET" y veamos lo que dice el Anexo 3 sobre ella: "Información SIGMET, información preparada por una oficina de vigilancia meteorológica, relativa al acaecimiento o probabilidad de que ocurra uno o más de los fenómenos siguientes: Área de Tormenta activa - Tormenta giratoria Tropical - Línea de Turbonada Fuerte - Granizo fuerte - Turbulencia fuerte - Engelamiento fuerte - Ondas orográficas marcadas - Tempestades extensas de arena o polvo". Resulta obvia la importancia del significado de esa palabra y su aviso con anterioridad, por el precio en vidas y materiales que ella encierra.

En otro capítulo, el Anexo 3 trata de las *Normas y Métodos Recomendados*. En ellos no han sido omitidos ni los detalles más mínimos, a fin de que estos servicios se cumplan con toda responsabilidad.

Veamos algunos ejemplos de interés, sobre todo para aquellos lectores alejados del complejo trabajo que implica la actividad del transporte aéreo.

"*Finalidad*. — La finalidad del servicio meteorológico para la navegación aérea internacional, será contribuir a que sea segura, regular y eficiente dicha navegación.

"Se logrará esta finalidad proporcionando a los explotadores, a los Pilotos al mando, a las dependencias del servicio de tránsito aéreo, a las brigadas de salvamento, a las administraciones de los aeropuertos y a los demás interesados en la explotación o desarrollo del transporte aéreo internacional, la información meteorológica necesaria para el desempeño de sus respectivas funciones.

"*Oficinas Meteorológicas y Estaciones Meteorológicas Aeronáuticas.*

"Oficina meteorológica principal. — La oficina "meteorológica principal será competente para: "a) preparar pronósticos; b) proporcionar información meteorológica y hacer exposiciones verbales al personal aeronáutico; c) proporcionar la información meteorológica que necesiten las oficinas meteorológicas secundarias o suplementarias asociadas.

"*Observaciones en las aeronaves.* — Todo Estado Contratante dispondrá que las observaciones prescritas en esta sección se hagan en las aeronaves de su matrícula que vuelen por rutas aéreas internacionales.

"*Nota:* Cuando se registran y se notifican observaciones especiales en aero-notificaciones, llevan el prefijo AIREP ESPECIAL".

En el capítulo siguiente del Anexo se transcribe el formulario con el contenido de las aeronotificaciones AIREP.

Los elementos contenidos en el formulario son:

Sección 1 (Informe de posición): Identificación - Posición - Hora - Nivel de vuelo o altitud - Posición siguiente y hora en que sobrevolará.

Sección 2 (Información de Operaciones): Hora prevista de llegada - Autonomía.

Sección 3 (Información Meteorológica): Temperatura del aire - Viento - Turbulencia - Engelamiento en la aeronave - Información suplementaria.

Como vemos, las normas impartidas por O.A.C.I. en su Anexo 3, imponen que los pilotos al mando de las aeronaves colaboren con esa información, la que a la vez de servir de ayuda a los meteorologistas para pronósticos de ruta, sirve en forma directa a otros pilotos en vuelo.

La Oficina Meteorológica Principal (OMP) debe efectuar información del estado del tiempo en los aeródromos una vez cada hora, y en casos de variaciones, cada pocos minutos.

Estos informes, que figuran con la sigla MET, proporcionan al piloto en vuelo los datos más necesarios para sus procedimientos en la Zona de Control de aproximación del aeródromo donde piensa aterrizar y llegan a él, en lenguaje claro, por intermedio de los Controladores de Tránsito Aéreo, en el sistema de radiotelefonía.

El orden de los informes está establecido por los formularios, que son de carácter universal, como lo es el que mostramos a continuación.

Además deberá emitir Pronósticos de Aeródromo, de Área y de Ruta.

Dirección General de Meteorología del Uruguay

II DIV.: DEPTO. DE MET. SINOPTICA Y AERONAUTICA

PRIORIDADES: JJ GG FF
DIRECCIONES: SAEZYL SAAEYL SACOYL SAMEYL SAREYL SGASYL
SCTIYL SPLIYL
SBPAYL SBGLYL SBSPYL SBKPYL

PROCEDENCIA: O. M. P. Fecha 15 - 1 - 69
INFORME MET. S U M U De la hora 12.00 TMG. De Uruguay (lugar)

VIENTO: (QAN) 120 Kt. 35 QNT. 40 Kt.

VISIBIL. (QBB) 10 Km-m —— VISUAL DE PISTA (QBT) 8.000 m

COND. MET. (QNY) Tormentas con chaparrones fuertes

	Cant. -	Tipos -		Altura -	X	Cómo se midió el Techo (X)
NUBES (QBB)	6	/8	Cb	m	350	A - medida con avión.
	8	/8	As	m		B - medida con balón. X
		/8		m		S - medida con techímetro.
						E - altura estimada.

TEMP. Y PUNTO DE ROCÍO (QMU) 18 / 17 .... °C.- PRESIÓN QNH 1008.5 mb.- QFE —— mb

Observaciones importantes: Descargas eléctricas.

LA CREACION DE UN MICRO - CLIMA

Las posibilidades humanas con respecto a la creación de condiciones climáticas que puedan modificar, mejorándolas, determinadas constantes naturales, ha ido creciendo con los adelantos de la técnica. Esa acción del hombre, desde luego, no es por ahora decisiva; y aun cuando en el futuro lograra cambios importantes en algunos elementos del clima, siempre tendrá que amoldar al nuevo estado ambiental su producción, sus costumbres y su cultura material.

Un caso de modificación microclimática de relativa entidad es la que provocó en nuestro clima la creación del lago artificial de Rincón del Bonete. Antes de construirse la represa, las temperaturas de esa zona acusaban valores extremos, tanto en mínimas como en máximas. Durante varios años se registraron temperaturas mínimas de cinco grados bajo cero y máximas de hasta cuarenta y cinco grados. Después de construida la represa, la temperatura récord en mínima (1967) fue de tres grados tres décimas bajo cero, cuando en otras localidades se anotaron mínimas de once grados bajo cero; la máxima récord fue de cuarenta y un grados con dos décimas, en 1963.

Otras determinantes microclimáticas que el hombre puede manejar, en zonas limitadas, de acuerdo con sus necesidades, son las plantaciones de árboles en gran escala y la lluvia artificial, si bien con respecto a esta última es preciso señalar que, para que ella sea efectiva, las capas de nubes deben tener, por lo menos, un espesor de **tres kilómetros**; en tal hipótesis, el máximo rendimiento sería una precipitación de unos 15 litros por metro cuadrado, aproximadamente.

En estos pronósticos se deberá prever para varias horas, la dirección del viento y su velocidad, la visibilidad, el estado general del tiempo, la cantidad de nubes que cubren el cielo (clasificadas por orden de bajas, medias y altas), las alturas de cada capa de nubes, altura de la isoterma de 0° centígrado, nivel de turbulencias, temperaturas a diversos niveles y los vientos a esos mismos niveles.

Para la ejecución de estos pronósticos es necesaria la confección de Cartas Sinópticas de superficie y a niveles superiores tomados por valores de presión (700 milibares, 500 milibares, 300 milibares), disponer de sondeos con globos pilotos o detector de vientos y radio-sondeos, etc.

La eficacia de todo este complejo técnico necesitó de una organización que unificara en el mundo, desde el más elemental detalle hasta los que se hallan a niveles de investigación científica.

Es así que la Organización Meteorológica Mundial (antes "Internacional") rige en todos los países, estableciendo la ubicación de las estaciones de observación, su clasificación, el instrumental para cada una, las obligaciones a cumplir según el grado que le corresponda, las horas en que deben efectuarse las observaciones, las claves para su intercambio con otros países, los símbolos a usarse en las cartas, los sistemas a emplearse, las divisiones en las diferentes ramas de la Meteorología para servir a todas las actividades.

En el caso concreto de la aviación se efectúa la coordinación con la Organización de Aviación Civil Internacional, a efectos de que toda la actividad aeronáutica del mundo encuentre los mismos métodos, procedimientos y nomenclaturas y, a la vez, para que las mayores necesidades de una sean contempladas por la otra, o los progresos de una también sean provechosos a la otra.

Otra variedad de la meteorología aeronáutica es la Climatología Aeronáutica. Sobre la base del análisis de estadísticas se establecen las mejores rutas y las más convenientes escalas y equipos. En la construcción de las pistas en los aeropuertos se toman fundamentalmente en cuenta los vientos predominantes, los techos de nubes y la frecuencia de las nieblas.

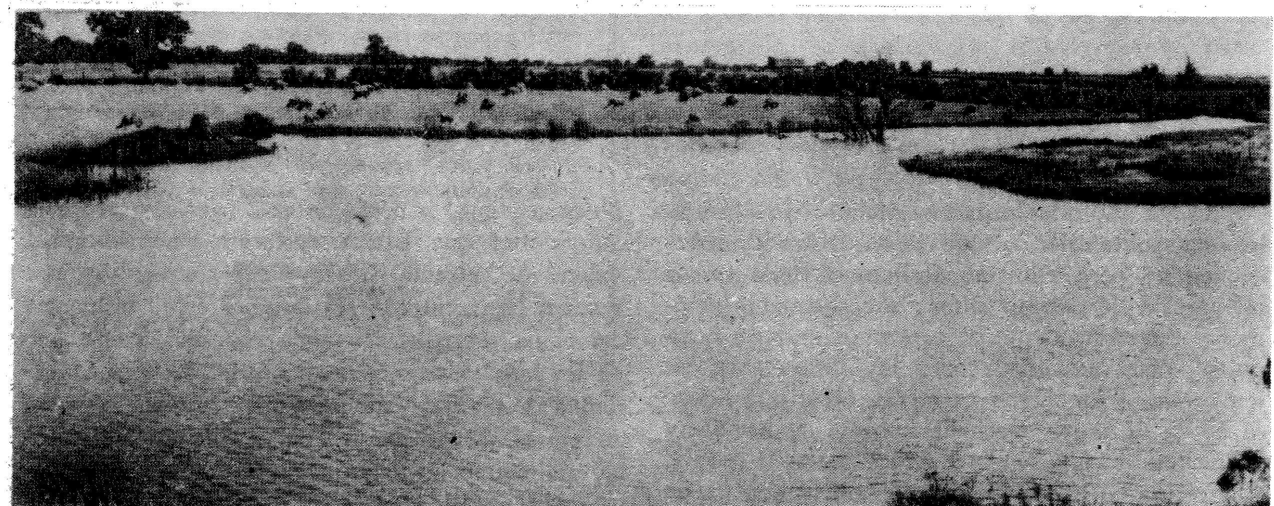
EL CLIMA EN EL DESARROLLO ECONOMICO

En los capítulos anteriores hemos considerado los estados atmosféricos que causan daños a nuestra economía; pero ellos no forman el todo en la integración de nuestro clima: son solamente fenómenos esporádicos, que se presentan unos en cualquier época del año, como las turbonadas, los temporales o las lluvias excesivas, otros que tienen su época de mayor frecuencia, como las heladas y las nieblas. El que mayores daños causa, la sequía, se presenta en forma intensa con intermitencias de varios años; aunque con menos intensidad, ocurre en casi todos, sin que se produzca necesariamente en una estación determinada.

El conocimiento de la frecuencia con que se presentan estos estados, y su clasificación por la intensidad o duración que acusan, es de fundamental importancia para su efectiva correlación con nuestras actividades económicas. No tenerlos presentes y desconocer sus fuerzas adversas, es planificar a ciegas y luchar con todas las desventajas.

Nuestro clima, a pesar de esas variaciones e irregularidades que hemos destacado, no sobrepasa valores de extrema rudeza y está considerado, por quienes han centrado sus estudios en la influencia del clima sobre la economía mundial, como uno de los más ventajosos y aprovechables, por la variedad de plantas y animales útiles que a él pueden adaptarse. El de nuestro país es de los climas en los que, salvo las anormalidades anotadas, la distribución de lluvias es casi igual en las cuatro estaciones, y su promedio anual se acerca a los valores más adecuados para la formación de los suelos. Las masas de aire que por nuestro territorio transitan no acusan temperaturas extremas, sino en casos excepcionales y por escaso número de horas. Es rico y no excesivo en los valores de humedad del aire, cuyo promedio de aproximadamente 75 %, es de los más saludables para los seres orgánicos.





Zanja antes de embalsar las aguas y el mismo paraje dos años después. El embalse ha detenido la erosión.

Quedan entonces, como factores negativos, esos estados antes referidos. Para atenuar sus efectos nocivos, no obstante, han sido desarrolladas técnicas de diverso alcance y eficacia.

La naturaleza brinda al hombre su fuerza y su riqueza; al hombre corresponde estudiarlas y extraer de ellas su máximo provecho. Ya en los albores de la civilización, el hombre tenía la convicción de que él debía poner algo de su parte en la lucha contra los elementos adversos del clima. Los cultivadores del Neolítico ya practicaban los cultivos de regadío y de secano, formas con las que el ingenio humano, desarrollado por elementales exigencias de autoconservación, resolvía las necesidades de defensa contra la falta o el exceso de agua.

Si el hombre explotaba las dotes de la naturaleza hace muchos miles de años, ¿por qué no habría de hacerlo en nuestro país, en especial en situaciones —como la presente— de dramáticas dificultades económicas?

Un país en el que normalmente llueven más de 1000 litros por metro cuadrado en el año, repartidos casi igualmente en las cuatro estaciones, en el que, durante las más prolongadas e intensas sequías, ese promedio no ha bajado de 500 litros y donde el promedio de evaporación no sobrepasa al de la lluvia caída, no debería sufrir, como lo sufre esos angustiosos períodos en que plantas y animales sucumben por deshidratación.

Las sequías y las lluvias excesivas son los peores enemigos de la producción agraria. En algunas oportunidades parecería que nuestro clima hiciera sentir su rigor como una revancha por el olvido en que se le tiene. En otras partes del mundo, en cambio, lo tienen muy presente. Como ejemplo veamos las figuras que ilustran sobre los procedimientos de riego y de embalse, que por sí solas dicen más que cientos de páginas escritas.

El riego integrado por las reservas de agua y su manejo, como lo hemos dicho, data de antiguo; pero en nuestro país muy poco o nada se ha hecho sobre el particular. Todavía puede verse en nuestro territorio cómo por enormes zanjas, cada día más amplias, son arrastrados millones de metros cúbicos de sedimentos del lavado de los campos en los días de lluvias fuertes, para luego mostrar el fondo rocoso de su lecho, a los pocos días de cesar la lluvia.

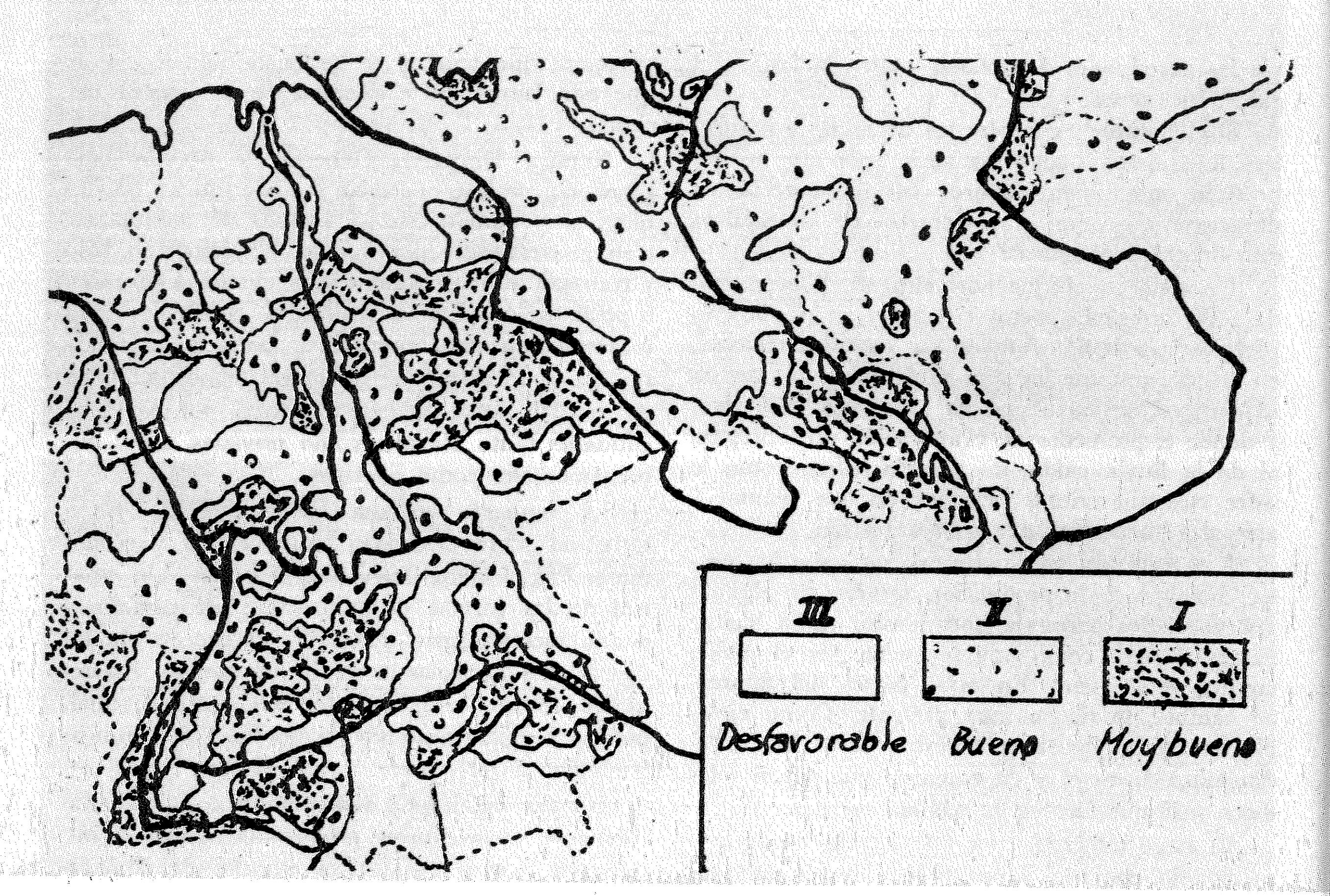
Creemos que en nuestro país no se ha encarado, por lo menos en forma concreta, una legislación adecuada para la conservación del agua; pareciera que aún no se ha hecho conciencia de que ésta forma parte decisiva de la riqueza nacional.

Nuestra Dirección General de Meteorología posee un profuso material en estadísticas pluviométricas y climatológicas, además de interesantes trabajos realizados por quienes allí han trabajado y trabajan aún; pero lamentablemente su difusión, a pesar de los esfuerzos realizados, no ha sido todo lo amplia que sería preciso, en razón de lo precario de sus recursos y el desinterés demostrado con respecto a esos estudios y registros, por parte de entidades tanto oficiales como privadas, tanto gubernamentales como docentes.

La siguiente es una observación de Erich Otremba sobre desarrollo climatológico y económico: "Si el clima determina la ordenación espacial de las formas de utilización, en cambio el estado meteorológico determina el proceso de las operaciones agrícolas a través del tiempo. No requiere menos cumplida atención que el clima, pues la Economía no sólo es forma, sino también fenómeno en el espacio y en el tiempo".

Un país de elevado desarrollo tecnológico como Alemania, cuya enorme producción agraria se obtiene en base a exhaustivos estudios de clima y suelos, ha dividido su territorio en zonas clasificadas por el rendimiento de sus cosechas. (Fig. 22)

Por otra parte, dice el ingeniero agrónomo J. G. de Soto en su *Manual del Granjero,* adaptado a las condiciones naturales y económicas del Uruguay, en su apartado *El clima y las especies:* "En realidad, puede decirse que el factor más importante desde el punto de vista de la distribución de las especies botánicas, en todo el mundo, es precisamente el climatológico. Todos los agentes del clima tienen una importancia fundamen-



División de Alemania en terrenos agrícolas según la calidad del suelo y del clima, clasificados en "muy bueno", "bueno" y "desfavorable". (Del libro de Erich Otremba, La Tierra y la Economía mundial.**)**

tal en el cultivo de las plantas en general y por tanto en el de los frutales. Puede decirse así, que especies botánicas y clima son términos que van estrechamente unidos, por la influencia preponderante y fundamental que tiene el segundo sobre las primeras. Y el fruticultor debe conocer esto y saber que ha de amoldar su trabajo a esta fuerte realidad".

QUE ESPERA EL URUGUAY

Para que su producción sea realmente positiva, Uruguay espera una política agraria armoniosa en el ordenamiento del conjunto de factores que obran sobre ella. Los esfuerzos realizados, en razón de su incoherencia, no pueden llevar a resultados económicos deseables. Hemos mencionado el acervo climatológicó de nuestra Dirección General de Meteorología y podemos citar el notable plan de la Facultad de Agronomía en lo referente a los estudios de suelos y su relevamiento a cargo de destacados edafólogos; pero no podemos destacar nada sobre la política agraria, en el sentido de la elección de los espacios agrícolas más útiles y de las plantas que en ellos mejor se adaptan, para la obtención de mejores rendimientos, facilitación del transporte y segura comercialización.

En relación con la política triguera, por ejemplo, se ha llegado a extremos de verdadero desatino. Nuestra primera institución de crédito ha lanzado, en llamativos avisos de prensa, esta simple y simplista exhortación: "PLANTE TRIGO". El aviso del Banco de la República sólo constaba de esas dos palabras: no establecía zonas adecuadas ni condiciones particulares, de modo que todos pudieron creer que se podía sembrar, con provecho, trigo en cualquier parte del país. Como resultado de esa política de promoción indiscriminada, luego de finalizada la cosecha leemos en la misma prensa que acogió aquellos avisos duras críticas por los magros resultados obtenidos. (Véase, entre otras, la que dedicó "El Día" al fácil optimismo oficial, en su edición del 11 de febrero de 1969.) Lo lamentable es que esto se viene repitiendo desde hace muchos años. Ni nuestro clima, ni nuestra red de transportes, ni la complejidad de los sistemas de comercialización, son elementos favorables para una producción triguera que aspire a competir en los mercados internacionales.

Las grandes producciones de trigo en el Hemisferio Norte, donde hay países que han obtenido cosechas de más de cuarenta millones de toneladas, y otros cosechas de menor volumen, pero con rendimientos de hasta cuatro toneladas por hectárea, se deben al hecho de que el trigo se planta en zonas de *clima continental húmedo*, con nevadas a fines de otoño y en invierno, lluvias en primavera y a principios de verano, pero con tiempo estable, caluroso y seco en el período de la cosecha. Son países con suelos humíferos profundos (Chernoziem) en llanuras o valles extensos, donde no existen pendientes que sobrepasen los 5°, y cuyos medios de transporte son en su mayoría fluviales, cómodos y baratos. En cuanto a las del Hemisferio Sur, se producen en un clima de transición entre el subtropical y el continental, pero en suelos semejantes a los del Hemisferio Norte que hemos descrito.

También se están haciendo en nuestro país intentos de producción de algodón. Se harán, pero bajo una de las condiciones climáticas que menos la favorecen: la incidencia de las lluvias en el período de la cosecha.

Las mejores calidades de algodón y las cosechas más abundantes se registran en los países que poseen zonas desérticas o esteparias cálidas y con riego, o en los que tienen clima tropical monzónico, en que sólo hay dos estaciones, una lluviosa y otra seca.

Si en nuestro territorio existen zonas de clima y suelos de óptima condición para una gran variedad de especies botánicas de alto valor comercial, como la vid, citrus, durazneros, manzanos, perales, ciruelos, higos, flores de amplísima variedad, forrajes, remolacha azucarera, legumbres finas, girasol, maní, lino, etcétera, ¿para qué incursionar en lo más difícil, cuando lo más fácil es abundante y de excelente calidad? Agréguese a ello que casi todas estas producciones son bases factibles de industrias (sobre todo la de oleaginosos, y en especial si se complementa con la tan llevada y traída, tan necesaria industria pesquera) y, en consecuencia, aptas para la creación de reales y, en muchos casos, desaprovechadas fuentes de trabajo.

BIBLIOGRAFIA

Atlas Internacional, ed. Larousse, 1950.
Atlas Internacional de Nubes, del Comité Meteorológico Internacional.
BATTIONE, A.: En boletines de la Dirección G. de Meteorología, 1963 y 1966.
BERGEIRO, J. M.: **El clima del Uruguay**, en boletín del Instituto de Estudios Superiores, 1945.
BERGERON, T.: **Apuntes**, en "Curso de estudio de los huracanes", publicación del gobierno de los Estados Unidos, 1945.
BLAIR, T. A.: **Climatología**, ed. Prentice Hall, 1942.
BRADLEY, J. H.: **Autobiografía de la Tierra**, ed. Sudamericana, 1950.
HAYNES, B. C.: **Meteorología para pilotos**, publicación del gobierno de los Estados Unidos, 1947.
HELLPACH, W.: **Geopsique**, ed. Espasa-Calpe S. A., 1940.
HUMPHREYS, W. J.: **Física del aire**, ed. McGraw Hill, 1940.
KÖPPEN, W.: **Mapas climáticos**, ed. Universidad de Chicago, s. f.
LANE, F.: **La furia de los elementos**, ed. Argonauta, 1946.
MILLS, C.: **El clima hace al hombre**, Argonauta, 1945.
MORANDI, L.: Gráfica y cuadro publicados en la Revista Meteorológica (1944) y en la Revista Aeronáutica Militar (1938).
OTREMBA, E.: **Geografía agraria**, ed. Omega, 1955.
PETTERSSEN, S.: **Análisis y pronósticos**, ed. Mc-Graw Hill, 1941.
RODRÍGUEZ, O.: Cartas sinópticas de la Dirección G. de Meteorología.
de SOTO, J. G.: **Manual del Granjero**, ed. Urta y Curbelo, 1943.
SUTCLIFFE, Ph.: **Meteorología para aviadores**, ed. Chemical Publishing Co. Inc., 1940.
WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, Revista, 1961.
ZUMBERGE, J. H.: **Elementos de Geología**, ed. Continental S. A., 1961.

ILUSTRACIONES:

M. Isbarbo de Roland
J. E. Neiro
M. J. Vieira

PLAN DE LA OBRA

(Continuación)

LA CLASE DIRIGENTE
Carlos Real de Azúa

SUELOS Y EROSIÓN
Enrique Marchesi y Artigas Durán

EL SABER Y LAS CREENCIAS POPULARES
Equipo de antropólogos

FRONTERA Y LÍMITES
Eliseo Salvador Porta

PECES DE RÍO Y PECES DE MAR
Raúl Vaz Ferreira

LA ECONOMÍA DEL URUGUAY EN EL SIGLO XIX
W. Reyes Abadie y J. C. Williman (h.)

PLANTAS HERBÁCEAS
Osvaldo del Puerto

EL SECTOR INDUSTRIAL
Juan J. Anichini

ARTES, JUEGOS Y FIESTAS TRADICIONALES
Equipo de antropólogos

LA ENERGÍA, EL TRANSPORTE Y LA VIVIENDA
Juan Pablo Terra

ÁRBOLES Y ARBUSTOS
Atilio Lombardo

LOS TRANSPORTES Y EL COMERCIO
Ariel Vidal y Luis Marmouget

LOS MEDIOS MASIVOS DE COMUNICACIÓN
Roque Faraone

LA VIDA COTIDIANA Y SU AMBIENTE
Daniel Vidart y Renzo Pi Hugarte

CIUDAD Y CAMPO
Germán Wettstein

PARTIDOS POLÍTICOS Y GRUPOS DE PRESIÓN
Antonio Pérez García

EL FOLKLORE INFANTIL
Lauro Ayestarán

LA PRODUCCIÓN
Pablo Fierro Vignoli

POLÍTICA ECONÓMICA Y PLANES DE DESARROLLO
Enrique Iglesias

LAS CORRIENTES RELIGIOSAS
Alberto Methol Ferré - Julio de Santa Ana

PLANTAS MEDICINALES
Blanca Arrillaga de Maffei

LA ECONOMÍA DEL URUGUAY EN EL SIGLO XX
W. Reyes Abadie y José C. Williman (h.)

GEOGRAFÍA DE LA VIDA
Rodolfo V. Tálice

HACIA UNA GEOGRAFÍA REGIONAL
Asociación de Profesores de Geografía

EL PUEBLO URUGUAYO: PROCESO RACIAL Y CULTURAL
Equipo de antropólogos

LA CULTURA NACIONAL COMO PROBLEMA
Mario Sambarino

PERSPECTIVAS PARA UN PAIS EN CRISIS
Luis Faroppa

Y UN VOLUMEN FUERA DE SERIE: **EL TURISMO** QUE APARECERÁ DESPUÉS DE LOS 25 PRIMEROS.

LOS EDITORES PODRÁN, SIN PREVIO AVISO, SUSTITUIR CUALQUIERA DE LOS TÍTULOS ANUNCIADOS O ALTERAR EL ORDEN DE SU APARICIÓN.

EL MARTES DE LA SEMANA PROXIMA APARECE EL VOLUMEN:

IDEOLOGIAS POLITICAS Y FILOSOFIA

JESUS C. GUIRAL

Y LOS MARTES SUBSIGUIENTES:

RECURSOS MINERALES DEL URUGUAY
Jorge Bossi

ANFIBIOS Y REPTILES
M. A. Klappenbach y B. Orejas-Miranda

TIPOS HUMANOS DEL CAMPO Y LA CIUDAD
Daniel Vidart

LA ECONOMÍA DEL URUGUAY ACTUAL
Instituto de Economía

LAS AVES DEL URUGUAY
Juan Cuello

EL DESARROLLO AGROPECUARIO
Antonio Pérez García

LA SOCIEDAD URBANA
Horacio Martorelli

LA SOCIEDAD RURAL
Germán Wettstein - Juan Rudolf

EL LENGUAJE DE LOS URUGUAYOS
Horacio de Marsilio

EL COMERCIO INTERNACIONAL
Y LOS PROBLEMAS MONETARIOS
Samuel Lichtenstein

EL LEGADO DE LOS INMIGRANTES
Daniel Vidart y Renzo Pi Hugarte

HISTORIA DE NUESTRO SUBSUELO
Rodolfo Méndez Alzola

INSECTOS Y ARÁCNIDOS
Carlos S. Carbonell

EL COMERCIO Y LOS
SERVICIOS DEL ESTADO
José Gil